

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-337523

(43)Date of publication of application : 28.11.2003

(51)Int.Cl.

G03H 1/04
 G02F 1/01
 G02F 1/061
 G02F 1/13
 G03H 1/26

(21)Application number : 2002-143767

(71)Applicant : PIONEER ELECTRONIC CORP

(22)Date of filing : 17.05.2002

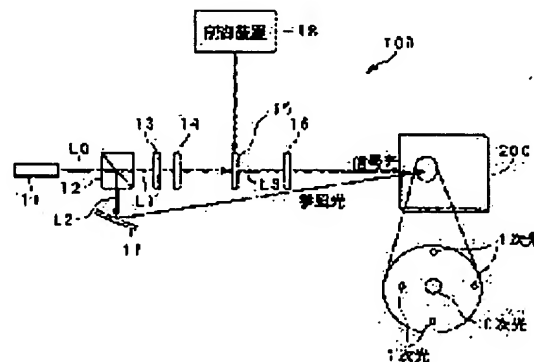
(72)Inventor : KURODA KAZUO
 SUGIURA SATOSHI
 YANAGISAWA SHUICHI
 TANAKA SATORU
 ITO YOSHINAO
 TACHIBANA AKIHIRO
 KUBOTA YOSHIHISA

(54) HOLOGRAM RECORDING DEVICE AND HOLOGRAM RECONSTRUCTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the recording density and recording capacity in hologram recording and to downsize a recording device or reconstructing device for the same.

SOLUTION: The hologram recording device (100) is provided with a spatial optical modulator (15) which is arranged in an optical path of signal light (L1), is divided to a plurality of cell blocks (151) arrayed in a matrix form and is divided to a plurality of cells (152) arrayed in a matrix form and is modulatable in the units of these cells and control means (16) which controls the spatial optical modulator so as to modulate the signal light according to each of a plurality of the recording information to be recorded in a recording medium (200). A plurality of the modulation units (153) existing within the same cell block are not formed as the cell patterns which are the same as each other. A plurality of the cell blocks of the pitch greater than a pixel pitch are simultaneously or successively turned on/off and therefore the spacing between the zero order light and the higher order light can be narrowed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.04.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The light source for record which irradiates light source light, and the 1st optical system which divides the light source light this irradiated into signal light and a reference beam, While being divided into two or more cell blocks which have been arranged at the optical path of said signal light, and were arranged in the shape of a matrix, each cell block $M \times N$ However, M and N are divided into two or more cels arranged in the shape of [two or more / of natural number] a matrix, respectively. (-- with the space optical modulator which can be modulated in the unit of this cel The 2nd optical system which draws the signal light which passed this space optical modulator, and said reference beam on a hologram record medium, It responds to each of two or more recording information which should be recorded on said hologram record medium. It has the control means which controls said space optical modulator to perform the modulation to said signal light by making into a modulation unit 1 or two or more cels which occupy the part in said each cell block. As opposed to the record section corresponding to said cell block [control means / said] on said hologram record medium The hologram recording device characterized by controlling said space optical modulator to record said two or more recording information in piles almost simultaneously by the signal light modulated per two or more modulations which have the cel pattern which is different from each other while existing in said cell block.

[Claim 2] Said space optical modulator is a hologram recording device according to claim 1 characterized by recording said recording information on juxtaposition about said each cell block.

[Claim 3] Said modulation unit is a hologram recording device according to claim 1 or 2 characterized by consisting of two or more cels arranged by the predetermined pattern in said each cell block.

[Claim 4] Said modulation unit is a hologram recording device according to claim 3 characterized by consisting of two or more cels arranged in said each cell block in the shape of [of $n \times m$ (however, n the natural number below N and m the natural number below M and $n+m < N+M$)] a matrix.

[Claim 5] Said modulation unit is a hologram recording device according to claim 1 or 2 characterized by consisting of each cel in said each cell block.

[Claim 6] Said control means is a hologram recording device given in any 1 term of claims 1-6 characterized by controlling said space optical modulator to carry out a binary modulation according to the binary data which are said modulation unit and said recording information shows.

[Claim 7] Said control means is a hologram recording device given in any 1 term of claims 1-5 characterized by controlling said space optical modulator to carry out multi-level modulation according to the gradation data which are said modulation unit and said recording information shows.

[Claim 8] A hologram recording device given in any 1 term of claims 1-7 characterized by having further the 3rd optical system to which it is arranged at the optical path of said signal light between said 1st optical system and said space optical modulators, and the path of said signal light is made to expand, and the 4th optical system which it is arranged [optical system] at the optical path of said signal light between said space optical modulators and said hologram record media, and makes the path of said signal light change.

[Claim 9] The include-angle multiplex system which changes into said hologram record medium whenever [incident angle / of said signal light which carries out incidence], and performs multiplex record, The reference beam phase multiplex system which changes the phase of said reference beam and performs multiplex record, the reference beam amplitude multiplex system which changes the amplitude of said reference beam and performs multiplex record, The multiplex record by at least one method among the reference beam polarization multiplex system which changes polarization of said reference beam and performs multiplex record, and the depth of focus multiplex system which changes into said hologram record medium the depth of focus of said signal light which carries out incidence, and performs multiplex

record A hologram recording device given in any 1 term of claims 1-8 characterized by being carried out to said same record section.

[Claim 10] It is the hologram regenerative apparatus which reads said recording information from said hologram record medium recorded on any 1 term of claims 1-9 by the hologram recording device of a publication. The light source for playback which irradiates the playback illumination light at said hologram record medium, and a light-receiving means to receive the playback light based on said playback illumination light from said same record section corresponding to said same cell block in said hologram record medium, The hologram regenerative apparatus characterized by having a reading means to read said two or more recording information recorded on said same record section in piles, based on the received this playback light.

[Claim 11] It is the hologram regenerative apparatus according to claim 11 which said light-receiving means receives simultaneously the playback light corresponding to said two or more recording information recorded on said same record section in piles, and is characterized by the aforementioned reading means reading simultaneously said two or more recording information recorded on said same record section in piles based on the playback light received by this coincidence.

[Claim 12] The aforementioned reading means is a hologram regenerative apparatus according to claim 10 or 11 characterized by reading said recording information to juxtaposition about said record section corresponding to said each cell block.

[Claim 13] The aforementioned reading means is a hologram regenerative apparatus given in any 1 term of claims 10-12 characterized by reading said two or more recording information which detected the center-of-gravity location of the dark space in said received playback light from said same record section, or a bright section, and was modulated per said two or more modulations in said same cell block based on the this detected center-of-gravity location.

[Claim 14] The aforementioned reading means is a hologram regenerative apparatus given in any 1 term of claims 10-12 characterized by detecting the optical part from the predetermined field in said same record section among said received playback light, and reading said recording information based on the this detected optical part.

[Claim 15] The aforementioned reading means is a hologram regenerative apparatus given in any 1 term of claims 10-12 characterized by reading said two or more recording information which detected the light-and-darkness pattern of said received playback light from said same record section, and was modulated per said two or more modulations in said same cell block based on the this detected light-and-darkness pattern.

[Claim 16] The aforementioned reading means is a hologram regenerative apparatus given in any 1 term of claims 10-12 characterized by reading said two or more recording information which detected said received playback luminous-intensity distribution from said same record section, and was modulated per said two or more modulations in said same cell block based on the this detected intensity distribution.

[Claim 17] It is the hologram regenerative apparatus according to claim 16 which said recording information shows the gradation data by which multi-level modulation was carried out, and is characterized by the aforementioned reading means reading said gradation data based on said detected intensity distribution.

[Claim 18] The aforementioned reading means is a hologram regenerative apparatus given in any 1 term of claims 10-12 characterized by reading said two or more recording information which detected the total quantity of light of said received playback light from said same record section, and was modulated per said two or more modulations in said same cell block based on the this detected total quantity of light.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention irradiates signal light through a space optical modulator (Spatial Light Modulator) at a hologram record medium, and belongs to the technical field of the hologram regenerative apparatus which reproduces information from the hologram recording device which records information, and this hologram record medium.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, in a hologram recording device, it consists of liquid crystal equipment etc., for example, and a signal light slack laser beam is irradiated by the space optical modulator which becomes irregular according to the recording information which should be recorded. The flat-surface array of the cel is carried out at the shape of a matrix, and especially a space optical modulator is changing light transmittance according to recording information for every cel, and modulates signal light here. Outgoing radiation of the modulated signal light is carried out at a different outgoing radiation include angle by the diffraction phenomena in a cel with a detailed pitch as two or more diffracted lights, such as zero-order light and primary light. Under the present circumstances, an outgoing radiation include angle is prescribed by the pitch of the cel which is a modulation unit. And the signal light modulated by the space optical modulator constituted in this way and the reference beam which does not pass through a space optical modulator are made to interfere on a hologram record medium. Thereby, it is constituted so that recording information may be recorded on a hologram record medium as a wave front.

[0003] Thus, according to the constituted hologram recording device, the zero-order light and primary light (1 [for example,] of the primary light to generate [two or more]) as a signal light from a space optical modulator are irradiated in the record section of diameter extent of 1mm on a record medium, for example. Under the present circumstances, record which became independent, respectively is enabled by changing a part of parameters, such as whenever [illuminating-angle / of the signal light to a record medium]. For this reason, it is supposed that information is recordable by high density.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if the cell size or pixel pitch size in a space optical modulator is made small, spacing of the differences of an outgoing radiation include angle and also these condensing locations on a hologram record medium will spread between the zero-order light and primary light by the diffraction. Therefore, the need of enlarging area of the record section in the hologram record medium with which these diffracted lights are irradiated arises. Or the need of enlarging optical system by the side of a space optical modulator and its outgoing radiation etc. arises. And in order to record on the record section of a large area especially, the powerful light sources, such as semiconductor laser equipment of huge power, are needed, and this is seen from practical viewpoints, such as cost, and is very disadvantageous. Therefore, when the cell size or pixel pitch size in a space optical modulator is made small, raising stopping a hologram recording device small or recording density has the trouble of becoming practice top difficulty.

[0005] On the other hand, in having enlarged cell size or pixel pitch size, although the outgoing radiation angular difference or spacing of zero-order light and primary light narrows, storage capacity or amount of information recordable on a hologram record medium will fall fundamentally according to buildup of the pitch of a cel or a pixel shortly.

[0006] In the hologram regenerative apparatus which reproduces recording information as mentioned above a hologram recording device and after this, satisfying simultaneously various requests, such as the request which avoids enlargement of equipment, a request which raises recording density, a request which increases

storage capacity, a request of the low electrification in the light source, simplification of an equipment configuration or device control, or simplification, has the trouble of being difficult, theoretically or technically.

[0007] It is possible for this invention to be made in view of the trouble mentioned above, and to raise recording density and storage capacity, and let it be a technical problem to offer the hologram recording device and hologram regenerative apparatus suitable for a miniaturization.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The light source for record which irradiates light source light in order that the hologram recording device of this invention may solve the above-mentioned technical problem, It is arranged at the 1st optical system which divides the this light source light irradiated into signal light and a reference beam, and the optical path of said signal light. While being divided into two or more cell blocks arranged in the shape of a matrix, each cell block $M \times N$ However, M and N are divided into two or more cels arranged in the shape of [two or more / of natural number] a matrix, respectively. (-- with the space optical modulator which can be modulated in the unit of this cel The 2nd optical system which draws the signal light which passed this space optical modulator, and said reference beam on a hologram record medium, It responds to each of two or more recording information which should be recorded on said hologram record medium. It has the control means which controls said space optical modulator to perform the modulation to said signal light by making into a modulation unit 1 or two or more cels which occupy the part in said each cell block. As opposed to the record section corresponding to said cell block [control means / said] on said hologram record medium Said space optical modulator is controlled to record said two or more recording information in piles almost simultaneously by the signal light modulated per two or more modulations which have the cel pattern which is different from each other while existing in said cell block.

[0009] According to the hologram recording device of this invention, at the time of the actuation, the light sources for record, such as semiconductor laser equipment, irradiate light source light, such as a laser beam. The 1st optical system divides this light source light into signal light and a reference beam. Here, the space optical modulator which has been arranged, for example, is constituted from liquid crystal equipment etc. by the optical path of signal light performs the modulation to signal light by making into a modulation unit 1 or two or more cels which occupy the part in each cell block under control by the control means according to each of two or more recording information which should be recorded. Then, the 2nd optical system draws this modulated signal light and the reference beam separated by the 1st optical system on a hologram record medium. Consequently, on a hologram record medium, recording information is recorded by interference with these signals light and a reference beam as a wave front.

[0010] Here, the space optical modulator is divided into two or more cell blocks arranged in the shape of a matrix. Furthermore, this cell block is divided into two or more cels arranged in the shape of [of $M \times N$] a matrix. And it is specified that it has a cel pattern which two or more modulation units which exist in the same cell block consist of 1 or two or more cels, respectively, and is mutually different. For example, each cell block consists of an array of the cel of every five every direction as $M=N=5$, a modulation unit consists of every four every direction or every three cels in the starting cell block in this case, and it has a mutually different cel pattern. Or for example, each cell block consists of an array of the cel of every five every direction as $M=N=5$, and a modulation unit consists of one cel in this case, and it has a mutually different cel pattern.

[0011] Thus, at the time of the actuation, by the signal light modulated per two or more modulations which exist in the same cell block concerned under control by the control means to the same record section on the hologram record medium corresponding to the same cell block, the space optical modulator which it is constituted and can be modulated in the unit of a cel gets mixed up, and records two or more recording information in piles.

[0012] And actuation which carries out sequential record of two or more recording information in piles is performed to the same record section corresponding to such same cell block almost simultaneously simultaneous about each of two or more cell blocks which a space optical modulator has. For example, about all the cell blocks of every 65 every direction, in such a modulation unit, the actuation which carries out sequential record gets mixed up simultaneous, and is performed.

[0013] In addition, the record area in a hologram record medium may be relatively set up greatly to signal light, and same record may be performed for the record over two or more record sections corresponding to such two or more cell blocks to other parts of the hologram record medium concerned after activation to some hologram record media. Or after the record over two or more record sections corresponding to such two or more cell blocks, after changing serially the include angle of signal light, a phase, amplitude of a

reference beam, etc., the record over two or more same record sections may be repeated similarly, and may be performed.

[0014] According to this invention the above result, extent of diffraction of the signal light in a space optical modulator is specified, namely, it becomes a comparatively large pitch in a cell block to specify the difference of the outgoing radiation include angle of high order light, such as zero-order light or primary light, and secondary light. for this reason -- for example, compared with the case of the hologram recording device which specifies diffraction with the comparatively small pitch in each cel, the difference of the outgoing radiation include angle of high order light, such as extent of diffraction, i.e., zero-order light, primary light, and secondary light, can be notably made small. On the other hand, two or more recording information modulated per two or more modulations included in the same cell block concerned is recorded in piles almost simultaneously in the same record section corresponding to the same cell block. For this reason, about recording density, it can raise to the same extent as the case where each cel is recorded as a modulation unit, for example.

[0015] Thus, raising recording density and enlarging storage capacity by this according to this invention, magnitude, such as area of optical system, such as a space optical modulator and the 2nd optical system, and a hologram record medium, can be suppressed small, and small lightweight-ization of the whole equipment is attained. Furthermore, also about the light source for record, it has been the thing of low light reinforcement enough relatively, and is very advantageous from viewpoints, such as cost. In addition, since it can record in piles just before or after the same record section, fixing the optical path of signal light or a reference beam, a phase, etc. as compared with the case where various kinds of multiplex system mentioned above performs multiplex record, an equipment configuration and its control can be simplified.

[0016] In one mode of the hologram recording apparatus of this invention, said space optical modulator records said recording information on juxtaposition about said each cell block.

[0017] According to this mode, the advantage of the hologram record medium as memory of a distributed method is efficiently employed effectively by recording on juxtaposition about each cell block.

[0018] However, a series of actuation which carries out sequential record per modulation in each cell block may be carried out to every [two or more cell blocks they are not / cell blocks / all], or each cell block [every] sequence, for example from the relation between the space optical modulator which consists of liquid crystal equipment etc., the size of optical system, etc.

[0019] Said modulation unit consists of two or more cels arranged by the predetermined pattern in said each cell block in other modes of the hologram recording apparatus of this invention.

[0020] According to this mode, record is performed in modulating signal light in the modulation unit which consists of two or more cels arranged by the predetermined pattern in each cell block. For this reason, an optical pattern, optical intensity distribution, etc. which should be beforehand acquired corresponding to the predetermined pattern concerned at the time of playback, Relation with the content (for example, multiple value which also applied medium level to binary [of "0" or "1"], or these) of the recording information recorded in the modulation unit and this modulation unit In case a hologram record medium is actually reproduced by specifying by simulation etc., experimental, experiential, theoretical, and the recording information recorded on each record section can be specified according to a modulation unit, and the content of this recording information can be specified further. That is, recording information becomes refreshable from the hologram record medium concerned.

[0021] Said modulation unit may consist of two or more cels arranged in said each cell block in the shape of [of $n \times m$ (however, n the natural number below N and m the natural number below M and $n+m < N+M$)] a matrix in this mode.

[0022] Thus, if constituted, the predetermined pattern applied per modulation will turn into a rectangle of $n \times m$ somewhat smaller than the cell block which makes a rectangle or a square, or a square pattern. For this reason, relation with the content of the recording information recorded comparatively simply in the optical pattern, the modulation unit, and this modulation unit which should be beforehand acquired corresponding to the predetermined pattern concerned at the time of playback can be specified by experimental, experiential, theoretical, simulation, etc. And the number of recording information recordable on the record section corresponding to this same cell block can also be made to increase by piling up the pattern of a rectangle or a square mutually within the same cell block. By these, it becomes a hologram record medium recordable by high density about recording information, and becomes certainly refreshable about this recording information further.

[0023] Or in other modes of the hologram recording apparatus of this invention, said modulation unit consists of each cel in said each cell block.

[0024] According to this mode, record is performed in modulating signal light in the modulation unit which consists of each cel in each cell block. For this reason, an optical pattern, optical intensity distribution, etc. which should be beforehand acquired corresponding to each cel concerned at the time of playback, Relation with the content (for example, multiple value which also applied medium level to binary [of "0" or "1"], or these) of the recording information recorded in the modulation unit and this modulation unit In case a hologram record medium is actually reproduced by specifying by simulation etc., experimental, experiential, theoretical, and the recording information recorded on each record section can be specified according to a modulation unit, and the content of this recording information can be specified further. That is, recording information becomes refreshable from the hologram record medium concerned.

[0025] Said control means is said modulation unit, and controls said space optical modulator by other modes of the hologram recording apparatus of this invention to carry out a binary modulation according to the binary data which said recording information shows.

[0026] According to this mode, it is high-density and the recording information which shows binary data can be recorded on a hologram record medium.

[0027] Or said control means is said modulation unit, and controls said space optical modulator by other modes of the hologram recording apparatus of this invention to carry out multi-level modulation according to the gradation data which said recording information shows.

[0028] According to this mode, it is high-density and the recording information which shows gradation data can be recorded on a hologram record medium.

[0029] In other modes of the hologram recording device of this invention, it has further the 3rd optical system to which it is arranged at the optical path of said signal light between said 1st optical system and said space optical modulators, and the path of said signal light is made to expand, and the 4th optical system which it is arranged [optical system] at the optical path of said signal light between said space optical modulators and said hologram record media, and makes the path of said signal light change.

[0030] According to this mode, since it has the 3rd optical system and the 4th optical system, the path of the signal light at the time of passing the space optical modulator by the path of light source light which is minor diameters comparatively, such as semiconductor laser light, arranged among both ** can be suitably adjusted according to the magnitude of a space modulator, for example. While the degree of freedom of the specification concerning the space optical modulator which follows, for example, consists of liquid crystal equipment etc. increases, the space optical modulator of the number of cels required for the hologram recording device concerned can be supplied easily. In addition, it is also possible to change the include angle of signal light etc. according to the 3rd optical system or the 4th optical system for adjustment or include-angle multiplex record.

[0031] In other modes of the hologram recording device of this invention The include-angle multiplex system which changes into said hologram record medium whenever [incident angle / of said signal light which carries out incidence], and performs multiplex record, The reference beam phase multiplex system which changes the phase of said reference beam and performs multiplex record, the reference beam amplitude multiplex system which changes the amplitude of said reference beam and performs multiplex record, Multiplex record by at least one method is performed to said same record section among the reference beam polarization multiplex system which changes polarization of said reference beam and performs multiplex record, and the depth of focus multiplex system which changes into said hologram record medium the depth of focus of said signal light which carries out incidence, and performs multiplex record.

[0032] According to this mode, hologram record of high density is attained more by building various kinds of multiplex system into the record actuation by the hologram recording device of this invention mentioned above.

[0033] In order that the hologram regenerative apparatus of this invention may solve the above-mentioned technical problem, it is the hologram regenerative apparatus which reads said recording information from said hologram record medium recorded by the hologram recording device (the various modes are included) of this invention mentioned above. The light source for playback which irradiates the playback illumination light at said hologram record medium, and a light-receiving means to receive the playback light based on said playback illumination light from said same record section corresponding to said same cell block in said hologram record medium, Based on the received this playback light, it has a reading means to read said two or more recording information recorded on said same record section in piles, respectively.

[0034] According to the hologram regenerative apparatus of this invention, at the time of the actuation, the light sources for playback, such as semiconductor laser equipment, irradiate playback illumination light,

such as a laser beam. Then, the light-receiving means which comes to contain a photodiode array, CCD (Charge Coupled Device), etc., for example receives the playback light based on the playback illumination light from the same record section corresponding to the same cell block in a hologram record medium. And light-receiving of the playback light by such light-receiving means is preferably performed simultaneously about all or the plurality of a cell block. They are high order light, such as zero-order light produced when the playback illumination light corresponding to the reference beam [here / "light / playback"] at the time of record is irradiated by the hologram record medium, or primary light, etc. Then, based on the playback light received by this light-receiving means, a reading means reads two or more recording information recorded on the same record section in piles. While more specifically specifying the modulation unit recorded on the same record section in piles based on playback light, the content of the recording information recorded according to this modulation unit is specified. And specification of the modulation unit by such reading means and specification of the content of recording information are preferably performed simultaneously about all or the plurality of a record section on a hologram record medium corresponding to all or the plurality of a cell block. Playback of each recording information recorded on the hologram record medium by which high density record was carried out like **** by these is performed.

[0035] In one mode of the hologram regenerative apparatus of this invention, said light-receiving means receives simultaneously the playback light corresponding to said two or more recording information recorded on said same record section in piles, and the aforementioned reading means reads simultaneously said two or more recording information recorded on said same record section in piles based on the playback light received by this coincidence.

[0036] According to this mode, two or more recording information recorded in piles just before or after the inside of the same record section corresponding to the same cell block at the time of record can be simultaneously read at the time of playback, and quick reading actuation is attained.

[0037] In other modes of the hologram regenerative apparatus of this invention, the aforementioned reading means reads said recording information to juxtaposition about said record section corresponding to said each cell block.

[0038] this voice -- if it depends like -- the record section on a hologram record medium -- receiving -- juxtaposition -- or the advantage of the hologram record medium as memory of a distributed method is efficiently employed very effectively by reproducing simultaneously. However, such playback may be carried out to every [a record section] or two or more one record section [every] sequence from the relation between the light-receiving means which consists of a photodiode array etc., the size of optical system, etc.

[0039] In other modes of the hologram regenerative apparatus of this invention, the aforementioned reading means detects the center-of-gravity location of the dark space in said received playback light from said same record section, or a bright section, and reads said two or more recording information modulated per said two or more modulations in said same cell block based on the this detected center-of-gravity location.

[0040] According to this mode, beforehand by specifying the response relation between the center-of-gravity location of playback light, and the content of each modulation unit in this cell block, and the recording information recorded by that cause about the record section corresponding to a cell block combining this center-of-gravity location with the optical pattern in the received playback light, optical intensity distribution, etc. at the time of playback -- or recording information can be read with high accuracy by using independently.

[0041] In other modes of the hologram regenerative apparatus of this invention, the aforementioned reading means detects the optical part from the predetermined field in said same record section among said received playback light, and reads said recording information based on the this detected optical part.

[0042] According to this mode, in in the record section corresponding to a cell block beforehand The optical part from predetermined fields (for example, four corners etc.), By specifying response relation with the content of each modulation unit in this cell block, and the recording information recorded by that cause, at the time of playback Based on this optical part (based on the center-of-gravity location of the optical pattern of this optical part, optical intensity distribution, dark space, or a bright section etc. for example), recording information can be read with high accuracy.

[0043] In other modes of the hologram regenerative apparatus of this invention, the aforementioned reading means detects the light-and-darkness pattern of said received playback light from said same record section, and reads said two or more recording information modulated per said two or more modulations in said same cell block based on the this detected light-and-darkness pattern.

[0044] According to this mode, at the time of playback, recording information can be beforehand read with

high accuracy based on this light-and-darkness pattern by specifying the response relation between the light-and-darkness pattern of the playback light out of the record section corresponding to a cell block, and the content of each modulation unit in this cell block, and the recording information recorded by that cause.

[0045] In other modes of the hologram regenerative apparatus of this invention, the aforementioned reading means detects said received playback luminous-intensity distribution from said same record section, and reads said two or more recording information modulated per said two or more modulations in said same cell block based on the this detected intensity distribution.

[0046] According to this mode, at the time of playback, recording information can be beforehand read with high accuracy based on these intensity distribution by specifying the response relation between the playback luminous-intensity distribution out of the record section corresponding to a cell block, and the content of each modulation unit in this cell block, and the recording information recorded by that cause.

[0047] Said recording information may show the gradation data by which multi-level modulation was carried out, and based on said detected intensity distribution, the aforementioned reading means may consist of this mode so that said gradation data may be read.

[0048] Thus, if constituted, it will become refreshable by using playback luminous-intensity distribution about the recording information which shows gradation data, and it will become possible to raise recording density further as a result.

[0049] In other modes of the hologram regenerative apparatus of this invention, the aforementioned reading means detects the total quantity of light of said received playback light from said same record section, and reads said two or more recording information modulated per said two or more modulations in said same cell block based on the this detected total quantity of light.

[0050] According to this mode, beforehand by specifying the response relation between the total quantity of light of playback light, and the content of each modulation unit in this cell block, and the recording information recorded by that cause about the record section corresponding to a cell block combining this total quantity of light with the optical pattern in the received playback light, optical intensity distribution, etc. at the time of playback -- or recording information can be read with high accuracy by using independently.

[0051] Such an operation and other gains of this invention will be made clear from the gestalt of the operation explained below.

[0052]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing.

[0053] (The 1st operation gestalt of a hologram recording device) The 1st operation gestalt of the hologram recording device of this invention is explained with reference to drawing 11 from drawing 1.

[0054] First, with reference to drawing 1 and drawing 2, the whole hologram recording device configuration concerning the 1st operation gestalt is explained. It is the block diagram showing the whole hologram recording apparatus configuration which drawing 1 requires for the 1st operation gestalt here. Drawing 2 is the graph appearance perspective view of the space modulator with which the 1st operation gestalt was equipped.

[0055] As shown in drawing 1, the hologram recording device 100 concerning the 1st operation gestalt Example slack laser equipment 11 of the light source for record which irradiates the light source light L0 which consists of a laser beam, An example slack beam splitter 12 of the 1st optical system which divides this light source light L0 into the signal light L1 and a reference beam L2, The lens 13 which constitutes an example of the 3rd optical system which is arranged at the optical path of the signal light L1, and expands the path of the signal light L1, The lenses 14, such as a collimator lens which makes parallel light signal light L1 by which outgoing radiation was carried out from the lens 13 in general, The space optical modulator 15 which becomes irregular according to the record signal which should be recorded, and carries out outgoing radiation of the signal light L1 by which outgoing radiation was carried out from the lens 14 as a signal light L3 after a modulation, and the path of the signal light L3 are changed, and it has an example slack lens 16 of the 4th optical system which carries out outgoing radiation towards the hologram record medium 200.

[0056] Furthermore, the hologram recording apparatus 100 is equipped with an example slack mirror 17 of the 2nd optical system which leads the reference beam L2 separated by the beam splitter 12 to the same location as the location where the signal light L3 corresponding to the reference beam L2 concerned on the hologram record medium 200 is condensed.

[0057] As shown in drawing 2, it consists of liquid crystal equipment, and the space optical modulator 15 is

divided into two or more cells 152 in which each cell block was arranged in the shape of [of $M \times N$ (however, M and N respectively two or more natural numbers)] a matrix while being divided into two or more cell blocks 151 arranged in the shape of a matrix, and can be modulated in the unit of this cell 152. In addition, an example of one cell block 151 is shown by drawing 2 as a set of two or more cells 152 to which the slash was given. For example, if the space optical modulator 15 is liquid crystal equipment of a active-matrix actuation mold, corresponding to two or more pixel electrodes by which two-dimensional array was carried out, two or more cells 152 will be specified to the shape of a matrix. And for example, each cell block 151 is specified from two or more cells 152 which the space optical modulator 15 consisted of a cell 152 of a large number arranged by the rectangle or the square, among these were arranged by the rectangle or the square. For example, one cell block 151 consists of cells 152 beside [five] five length. If incidence of the signal light $L1$ is carried out, the space optical modulator 15 is constituted by the diffraction phenomena according to the size of a cell block 151 so that outgoing radiation of zero-order light $L3-0$ and the primary light $L3-1$, 2 order light $L3-2$, and the signal light $L3$ that consists of the modulated diffracted light containing high order light of -- may be carried out.

[0058] In drawing 1, the hologram recording device 100 is again equipped further with the control unit 18 which occupies the part in each cell block 151 in the space optical modulator 15 and which controls the space optical modulator 15 to perform the modulation to the signal light $L1$ by making two or more cells 152 into a modulation unit according to each of two or more recording information which should be recorded on the hologram record medium 200.

[0059] Next, the record principle in the 1st operation gestalt is first explained with reference to drawing 3 and drawing 4. here -- drawing 3 -- (-- a --) -- a comparison -- an example -- it can set -- a cell -- a pitch -- p -- ' -- and -- light and darkness -- a pattern -- the shortest -- a pitch -- P -- being shown -- space -- a modulator -- 15 -- ' -- a graph ---like -- a top view -- it is -- drawing 3 (b) -- a comparison -- an example -- space -- an optical modulator -- 15 -- ' -- it can set -- the shortest -- a pitch -- P -- one -- order -- light -- L -- three - one -- outgoing radiation -- an include angle -- θ -- relation -- being shown -- space -- an optical modulator -- 15 -- ' -- a graph ---like -- a fragmentary sectional view -- it is -- drawing 3 (c) -- the hologram record medium 200 in the example of a comparison -- it is the diagrammatic top view of 'the hologram record medium 200 in which relation with size required as upper zero-order light $L3-0$ and 1 order light $L3-1$, and hologram record-medium 200' was shown'. Drawing 4 (a) is the diagrammatic top view of the space modulator 15 showing the shortest pitch P of cell pitch p in the 1st operation gestalt, and a light-and-darkness pattern while signs that two or more modulation units 153 within the cell block 151 in the 1st operation gestalt are specified in piles are shown. On the other hand, drawing 4 (b) It is the graph-fragmentary sectional view of the space optical modulator 15 showing the relation of the shortest pitch P and the outgoing radiation include angle θ of 1 order light $L3-1$ in the space optical modulator 15 of the 1st operation gestalt. Drawing 4 (c) It is the diagrammatic top view of the hologram record medium 200 in which relation with size required as zero-order light $L3-0$ and 1 order light $L3-1$, and the hologram record medium 200 on the hologram record medium 200 in the 1st operation gestalt was shown.

[0060] As shown in drawing 3 (a), in space optical modulator 15' of the example of a comparison, the modulation according to the recording information which should be recorded every cell 152 is performed. Namely, it becomes irregular as it is physically by making into a modulation unit smallest unit slack cell 152' which can be modulated. As shown in drawing 3 (b), since it is comparatively small, in space optical modulator 15' constituted in this way, the shortest pitch P of the light-and-darkness pattern which specifies extent of diffraction of the outgoing radiation include angle (whenever [angle-of-diffraction]) θ of diffracted 1 order light $L3-1$ is comparatively large. For this reason, as shown in drawing 3 (c), in order to use zero-order light $L3-0$ which constitutes the signal light $L3$ from space optical modulator 15', and 1 order light $L3-1$ for hologram record, it will be necessary to enlarge size of hologram record-medium 200' itself.

[0061] Since the outgoing radiation include angle θ is more specifically prescribed by $\sin \theta = \lambda / P$, using wavelength of the signal light $L1$ as λ , it becomes so large that the shortest pitch P of this light-and-darkness pattern is small. And since the distance d of zero-order light $L3-0$ shown in drawing 3 and 1 order light $L3-1$ sets a focal distance to f corresponding to this and it is prescribed by $d = f \cdot \tan \theta$, it becomes so long that the outgoing radiation include angle θ is large. Therefore, in the example of a comparison, since the shortest pitch P of a light-and-darkness pattern is small, distance d will become long. For example, distance d is set to about 1mm.

[0062] In addition, in this example of a comparison, only one of four 1 order light $L3-1$ produced in space optical modulator 15' shall be used as 1 order light $L3-1$.

[0063] On the other hand, as shown in drawing 4 (a), in the space optical modulator 15 of the 1st operation

gestalt, the modulation according to the recording information which should be recorded every cel 152 is not performed. The modulation according to the recording information which should be recorded is performed by making into a modulation unit the settlement of two or more cels 152 somewhat smaller than a cell block 151 instead specified in the cell block 151 which consists of two or more cels 152. In drawing 4 (a), two modulation units 153 of the modulation unit 153 which is brought near by the upper left corner of a cell block 151, and was shown as the continuous line, and the modulation unit 153 which is brought near by the lower right corner of a cell block 151, and was shown by the dotted line are illustrated. Actually, in the same cell block 151, the modulation unit further brought near by the modulation unit and lower left corner which were brought near by the upper right corner also exists like the after-mentioned. That is, it becomes irregular while the deer which does not become irregular as it is physically by making into a modulation unit the smallest unit slack cel 152 which can be modulated, but becomes irregular by making into a modulation unit the set to which two or more cels were summarized also shifts the modulation unit 153 little by little within the same cell block 151. As shown in drawing 4 (b), since it is comparatively large, the shortest pitch P of the light-and-darkness pattern which specifies extent of diffraction with the space optical modulator 15 constituted in this way of the outgoing radiation include angle (whenever [angle-of-diffraction]) theta of diffracted 1 order light L3-1 is comparatively small. For this reason, as shown in drawing 4 (c), in order to use zero-order light L3-0 which constitutes the signal light L3 from the space optical modulator 15, and 1 order light L3-1 for hologram record, it will not be necessary to enlarge size of hologram record-medium 200 the very thing like the example of a comparison shown in drawing 3. For example, distance d is set to about 20-100 micrometers.

[0064] Only the part to which the shortest pitch P of a light-and-darkness pattern more specifically becomes large according to the ratio of the magnitude of the cell block 151 to a cel 152 about the outgoing radiation include angle theta specified by $\sin \theta = \lambda / P$ like the case of the above-mentioned example of a comparison becomes small. And corresponding to this, only the part to which the outgoing radiation include angle theta becomes small becomes short about the distance d of zero-order light L3-0 specified by $d = f \cdot \tan \theta$ like the case of the above-mentioned example of a comparison, and 1 order light L3-1. Therefore, with this operation gestalt, as compared with the example of a comparison, since the modulation unit is large, distance d can be shortened.

[0065] In addition, with the 1st operation gestalt, only one of four 1 order light L3-1 produced with the space optical modulator 15 shall be used as 1 order light L3-1.

[0066] As shown in drawing 3 and drawing 4, according to the 1st operation gestalt, it is possible to perform hologram record to a small record section as compared with the example of a comparison. Furthermore, as explained below, even if it is a small record section, about recordable amount of information, it is possible to suppose that it is comparable as the example of a comparison.

[0067] With reference to drawing 9, the record principle and record actuation in the 1st operation gestalt which closes such high density record if are further explained from drawing 5. Drawing 5 is the diagrammatic top view showing the configuration of the cel 152 which starts at the configuration of a cell block 151 and one cell block 151. [in / here / the space optical modulator 15 of the 1st operation gestalt] Drawing 6 is the diagrammatic top view showing the modulation unit 153 at the time of the 1st record over the same record section on the hologram record medium 200 corresponding to the same cell block 151. Drawing 7 is the diagrammatic top view showing the modulation unit 153 at the time of the 2nd record over the same record section on the hologram record medium 200 corresponding to the same cell block 151. Drawing 8 is the diagrammatic top view showing the modulation unit 153 at the time of the 3rd record over the same record section on the hologram record medium 200 corresponding to the same cell block 151. Drawing 9 is the diagrammatic top view showing the modulation unit 153 at the time of the 4th record over the same record section on the hologram record medium 200 corresponding to the same cell block 151.

[0068] As shown in drawing 5, with this operation gestalt, the space optical modulator 15 becomes including the cell block 151 beside [65] 65 length x. And each cell block 151 comes to contain the cel 152 beside [five] five length x.

[0069] As shown in drawing 6, in case [to each record section / 1st] it records, while consisting of a cel 152 beside [four] four length x shown with the slash in drawing in each cell block 151, in the modulation unit 153 brought near by the upper left corner in drawing, a modulation is performed within each cell block 151 on the hologram record medium 200 corresponding to each cell block 151. That is, the modulation according to the recording information which shows the binary data of 0 or 1 is performed every modulation unit 153, and record over the hologram record medium 200 is performed by interference with the signal light L3 and the reference beam L2 which were modulated in this way (refer to drawing 1).

[0070] Then, while consisting of a cel 152 beside [four] four length x shown with the slash in drawing in each cell block 151 in case [2nd] it records as shown in drawing 7, in the modulation unit 153 brought near by the drawing Nakamigi top corner, a modulation is performed within each cell block 151. That is, the modulation according to the recording information which shows the binary data of 0 or 1 is performed every modulation unit 153, and record over the same record section as the 1st time in the hologram record medium 200 is performed by interference with the signal light L3 and the reference beam L2 which were modulated in this way.

[0071] Then, while consisting of a cel 152 beside [four] four length x shown with the slash in drawing in each cell block 151 in case [3rd] it records as shown in drawing 8, in the modulation unit 153 brought near by the lower left corner in drawing, a modulation is performed within each cell block 151. That is, the modulation according to the recording information which shows the binary data of 0 or 1 is performed every modulation unit 153, and record over the same record section as the 1st time in the hologram record medium 200 and the 2nd time is performed by interference with the signal light L3 and the reference beam L2 which were modulated in this way.

[0072] Then, while consisting of a cel 152 beside [four] four length x shown with the slash in drawing in each cell block 151 in case [4th] it records as shown in drawing 9, in the modulation unit 153 brought near by the bottom corner of drawing Nakamigi, a modulation is performed within each cell block 151. That is, the modulation according to the recording information which shows the binary data of 0 or 1 is performed every modulation unit 153, and record over the same record section as the 3rd time is performed by interference with the signal light L3 and the reference beam L2 which were modulated in this way from the 1st time in the hologram record medium 200.

[0073] Furthermore, explanation is continued with reference to drawing 10 and drawing 11 about the record principle and record actuation in the 1st operation gestalt. Drawing 10 is the diagrammatic top view of a cell block showing the light-and-darkness pattern of four corners [in / here / one cell block]. Drawing 11 is drawing having shown 16 kinds of light-and-darkness patterns with possibility of being recorded with the 1st operation gestalt, about each cell block.

[0074] As shown in drawing 9 from drawing 6 above, 4th record [the 1st time -] is performed in piles to the record section corresponding to the same cell block 151, but if it restricts to cel 152c located in the four corners of each cell block 151 as shown in drawing 10, 4th record [the 1st time -] is not performed in piles, respectively. Therefore, if its attention is paid to the information recorded by cel 152c of these four corners, even if it is the recording information recorded by the 1st time - the 4th any, it will be identifiable to mutual, and will become refreshable simultaneously as recording information.

[0075] Or as shown in drawing 11, when it records in piles per [153] four kinds of modulations in the same cell block 151, record of 16 kinds of light-and-darkness patterns is attained. However, these light-and-darkness patterns are unique things which are mutually different as a graphic display. For this reason, if these 16 kinds of light-and-darkness patterns are specified, it can specify which combination of the recording information recorded in piles 4 times it is. That is, the recording information of which time can specify whether it is which value ("**", "dark", "0", or "1"). Therefore, even if it records on the record section corresponding to the same cell block 151 in piles in this way, at the time of playback by the below-mentioned hologram regenerative apparatus, it becomes refreshable simultaneously as recording information.

[0076] For example, the value of the recording information which was recorded by the 1st time in the case of light-and-darkness pattern PAT#1 in drawing 11 is "1" (dark), and the value of the recording information recorded on the 2nd time - the 4th time is "0" (**). The value of the recording information which was recorded by the 1st time in the case of light-and-darkness pattern PAT#2 in drawing 11 is "0" (**), the value of the recording information recorded on the 2nd time is "1" (dark), and the value of the recording information recorded on the 3rd time and the 4th time is "0" (**). Moreover, the value of the recording information which was recorded by the 1st time in the case of light-and-darkness pattern PAT#16 in drawing 11 is "1" (dark), the value of the recording information recorded on the 2nd time is "1" (dark), the value of the recording information recorded on the 3rd time is "0" (**), and the value of the recording information recorded on the 4th time is "1" (dark).

[0077] Experimental, experiential, theoretical, mathematical, or playback by the below-mentioned hologram regenerative apparatus if it specifies beforehand by simulation etc., for example, a response table is created and being stored in memory can be performed for such a light-and-darkness pattern and combination of the value of each recording information still more nearly promptly and easily.

[0078] In addition, since the interference pattern actually recorded on the hologram record medium 200 is

based on the signal light and the reference beam by which the Fourier transform was carried out, at the time of playback, it is an interference pattern which generates the optical pattern like drawing 8, and has a more complicated pattern. However, since the playback light which has a light-and-darkness pattern in the space optical modulator 15 and the same light-and-darkness pattern in the hologram regenerative apparatus mentioned later is detected, there is no need of taking into consideration exceptionally, about the interference pattern itself recorded on the hologram record medium 200 after all.

[0079] In addition, the center-of-gravity location 400 of the dark space in each light-and-darkness pattern is shown to drawing 11 by with a circle. Thus, the center-of-gravity locations 400 differ in general between each pattern. For this reason, about a part of value of 4 times of recording information, it can specify also with such a center-of-gravity location 400, and if the positional information of the center-of-gravity location 400 concerned is used redundancy-wise or auxiliary in case the content of recording information is specified with the light-and-darkness pattern mentioned above at least, more highly accurate playback will be attained. More highly accurate playback also becomes possible by similarly judging the recorded location, brightness, etc. synthetically.

[0080] Next, record actuation of the hologram recording device 100 of this operation gestalt which consisted of drawing 1 like the above with reference to drawing 11 is explained.

[0081] At the time of the actuation, laser equipment 11 irradiates the light source light L0, and a beam splitter 12 divides the light source light L0 into the signal light L1 and a reference beam L2. And incidence is carried out to the space optical modulator 15, signal light L1 being used as the path according to the size of the space optical modulator 15 with lenses 13 and 14. Then, the space optical modulator 15 performs the modulation to the signal light L1 by making into the modulation unit 153 the 4 piece x4 piece cel 152 which exists in each cell block 151 under control by the control device 18 according to each of two or more recording information which should be recorded (referring to drawing 9 from drawing 6). Then, this modulated signal light L3 is irradiated by the record section of the hologram record medium 200 with the reference beam L2 reflected by the mirror 17, after being condensed with a lens 16. Then, it interferes in such light mutually and hologram record of the recording information which should be recorded is carried out as a wave front. Such record actuation is performed in piles 4 times by the modulated signal light L3 in four kinds of modulation units 153 to the same record section of the hologram record medium 200 corresponding to the same cell block 151 (refer to drawing 9 from drawing 6). Under the present circumstances, one record is simultaneously performed about all the cell blocks 151 beside [65] 65 length x, and simultaneous record concerning all the cell blocks 151 is performed to juxtaposition 4 times.

[0082] Consequently, record corresponding to either of the light-and-darkness patterns shown in drawing 11 is performed to the same record section concerned. And since such hologram record is simultaneously performed about all the cell blocks 151, 65x65x4-bit recording information is recordable with four simultaneous write-in actuation. Thus, according to the 1st operation gestalt, the advantage as memory of a distributed method is fully demonstrated.

[0083] Since the outgoing radiation include angle theta of primary light or high order light is relatively small and the distance d from the primary light in a record section or the zero-order light of high order light is short as shown during such record actuation at drawing 4, such hologram record can be relatively performed in a small record section. Therefore, laser power required for laser equipment 11 is small, ends, and becomes very advantageous from viewpoints, such as cost, on practice. And even if it records two or more recording information on the same record section in piles in this way, it is refreshable by the hologram regenerative apparatus explained below at high accuracy.

[0084] Recording density can be raised making a record section small the above result compared with the example of a comparison shown in drawing 3. By these, storage capacity can be enlarged and small lightweight-ization of the whole equipment also becomes possible.

[0085] Especially with the 1st operation gestalt, the space optical modulator 15 carries out a binary modulation by each of the modulation unit 153 in response to control by the control device 18 according to the binary data which recording information shows. Therefore, it is high-density and the recording information which shows binary data can be recorded on the hologram record medium 200. However, at this operation gestalt, the space optical modulator 15 can also carry out multi-level modulation in each of the modulation unit 153 according to the gradation data which recording information shows in response to control by the control device 18. Thereby, it is high-density and the recording information which shows gradation data can be recorded on the hologram record medium 200.

[0086] In addition, as an ingredient of a hologram record medium, the ingredient of a well-known inorganic system is sufficient, and the ingredient (polymer ingredient) of an organic system is sufficient. Moreover, a

hologram record medium may be constituted as a card-like medium, and may be constituted as a disk-like medium.

[0087] (The 2nd operation gestalt of a hologram recording device) The 2nd operation gestalt of the hologram recording device of this invention is explained with reference to drawing 12 and drawing 13. It is the diagrammatic top view of one cell block which showed the consecutive number of the modulation unit matched by each cel with the arrow head, while a cell block and a modulation unit were shown. [in / here / in drawing 12 / the 2nd operation gestalt] Drawing 13 is drawing having shown 42 kinds of light-and-darkness patterns to each cell block among two or more light-and-darkness patterns with possibility of being recorded with the 2nd operation gestalt.

[0088] The configurations of the modulation unit [in / compared with the 1st operation gestalt / in the 2nd operation gestalt / the space optical modulator 15] 153 as which it is specified in a cell block 151 differ. About other configurations, it is the same as that of the 1st operation gestalt.

[0089] As shown in drawing 12, modulation unit 153' which consists of three length and a cel 152 of three width is prescribed by the 2nd operation gestalt to the cell block 151 which consists of a cel 152 beside [five] five length x. In this case, 9 kinds of modulations unit 153' will exist in the same cell block 151.

[0090] Therefore, as shown in drawing 13, hologram record of either of two or more light-and-darkness patterns containing 42 kinds of light-and-darkness patterns is performed by performing nine records in piles to the same record section corresponding to the same cell block 151 with these nine kinds of combination of modulation unit 153'.

[0091] Since it is unique about the combination of the recording information which starts nine records also about these light-and-darkness patterns, if these light-and-darkness patterns are specified with the below-mentioned hologram regenerative apparatus, the content of all recording information can be specified. That is, it becomes reproducible [all the recording information by which hologram record was carried out].

[0092] Moreover, at drawing 12, the consecutive number with an arrow head shows the modulation unit 1513 corresponding to each cel 152. here -- the modulation unit 151 -- the consecutive number -- #1, #2, #3, and -- every party -- the right from the left -- and it is the consecutive number given from the upper line to the list of the modulation unit 153 which goes to descending. For example, the value of the recording information recorded per [153] #1 position modulation can be specified by the light and darkness of the cel 152 of an upper left corner. And by the light and darkness of the cel 152 of an upper right corner The value of the recording information recorded per [153] 3rd modulation can be specified. By the light and darkness of the cel 152 of a lower left corner The value of the recording information recorded per [153] 7th modulation can be specified, and the value of the recording information recorded by the light and darkness of the cel 152 of a lower right corner per [153] 9th modulation can be specified. Furthermore, the recording information recorded per [153] modulation (#2, #4, #6, and #8 position) can be specified by adding the part which adjoined four corners. Furthermore, if the cel 151 located at the core of a cell block 151 is added, the recording information recorded per [153] #5 position modulation can be specified. Moreover, in drawing 12, the total number of modulation unit 153' related to each cel is shown to the location corresponding to each cel by the polygonal line 600.

[0093] Thus, in one cell block 151, 9-bit record is enabled in the record section on the hologram record medium 200 corresponding to this cell block 151 by performing nine modulations in piles using 9 kinds of modulations unit 153'.

[0094] In addition, specification of a light-and-darkness pattern is relatively difficult, and you may record without using the modulation unit 153 which closes highly accurate playback if. If it decides that record in the #5 position modulation unit 153 (namely, modulation unit of the center of a cell block 151) is not performed, for example, in the cel part beside [near the core of a cell block 151 / three] three length x (1) Record by the modulation unit (#1 position, the 2nd, and #4 position) 153, (2) Record by the modulation unit 153 of #1 position, #2 position, #3 position, #4 position, and eye #6, (3) Record by the modulation unit (#2 position, #3 position, and #6 position) 153, (4) Record by the modulation unit (#1 position, #2 position, #4 position, #7 position, and #8 position) 153, (5) Nine kinds of light-and-darkness patterns record by the modulation unit (#1 position, #2 position, #4 position, #6 position, #7 position, #8 position, and #9 position) 153 and -- are obtained, and highly accurate playback is attained.

[0095] As shown in drawing 11 and drawing 12 above, one of light-and-darkness patterns will be recorded among two or more light-and-darkness patterns with which the 9th record [the 1st time -] contains a line crack and 42 kinds of light-and-darkness patterns in piles to the same record section corresponding to the same cell block 151. For this reason, if specified at the time of to any of two or more light-and-darkness patterns it corresponds, and playback, it can specify which recording information it is which combination of

the recording information recorded in piles 9 times, and is which value ("***", "dark", "0", or "1"). Therefore, even if it records on the same record section corresponding to the same cell block in piles in this way, at the time of playback by the below-mentioned hologram regenerative apparatus, it becomes refreshable simultaneously as recording information.

[0096] Or when not performing 5th record mentioned above, one of light-and-darkness patterns will be recorded among a line crack and nine kinds of light-and-darkness patterns in piles to the same record section corresponding to the same cell block 151 in the 1st time - the 4th time and the 9th record [the 6th time -]. For this reason, if specified at the time of to any of nine kinds of light-and-darkness patterns it corresponds, and playback, it can specify which recording information it is which combination of the recording information recorded in piles 8 times, and is which value ("***", "dark", "0", or "1").

[0097] In addition, record to the same record section corresponding to such same cell block 151 in the 2nd operation gestalt is preferably performed simultaneously about all the cell blocks 151 like the case of the 1st operation gestalt, and simultaneous record concerning all the cell blocks 151 is performed to juxtaposition 9 times.

[0098] (The 3rd operation gestalt of a hologram recording device) The 3rd operation gestalt of the hologram recording device of this invention is explained with reference to drawing 14 and drawing 15. here -- drawing 14 -- the -- three -- operation -- a gestalt -- it can set -- space -- an optical modulator -- 15 -- a cell block -- 151 -- corresponding -- a hologram -- a record medium -- 200 -- a top -- the same -- a record section -- receiving -- one -- a time -- record -- the time -- a modulation -- a unit -- 153 -- " -- being shown -- a graph ---like -- a top view -- it is -- drawing 15 -- the -- three -- operation -- a gestalt -- it can set -- five -- a time -- record -- the time -- a modulation -- a unit -- 153 -- " -- being shown -- a graph ---like -- a top view -- it is --

[0099] The configurations of modulation unit 153" [in / compared with the 1st operation gestalt / in the 3rd operation gestalt / the space optical modulator 15] as which it is specified in a cell block 151 differ. About other configurations, it is the same as that of the 1st operation gestalt.

[0100] drawing 14 -- and -- drawing 15 -- being shown -- as -- the -- three -- operation -- a gestalt -- **** -- length -- five -- a piece -- x -- width -- five -- a piece -- a cel -- 152 -- from -- becoming -- a cell block -- 151 -- receiving -- a piece -- a cel -- 152 -- from -- becoming -- a modulation -- a unit -- 153 -- " -- specifying -- having -- **** . In this case, 25 kinds of modulations unit 153" will exist in the same cell block 151.

[0101] Thus, reproducing appropriately also becomes possible, raising recording density, since record by modulation unit 153" in the same cell block 151 is performed in piles 25 times to the same record section corresponding to the same cell block concerned, even if modulation unit 153" consists of each cel 152.

[0102] In addition, record to the same record section corresponding to such same cell block 151 in the 3rd operation gestalt is preferably performed simultaneously about all the cell blocks 151 like the case of the 1st operation gestalt, and simultaneous record concerning all the cell blocks 151 is performed to juxtaposition 25 times.

[0103] (Deformation gestalt of a hologram recording device) The include-angle multiplex system which changes whenever [incident angle / of the signal light L1 which carries out incidence to the hologram record medium 200] to each still more nearly above-mentioned operation gestalt, and performs multiplex record may be combined. in this case, the thing of laser equipment 11 or lenses 13 and 14, and 16 grades for which the include angle of an optical element is changed -- or what is necessary is to add the optical element for include-angle modification, or to add the machine element which changes the include angle by the side of the hologram record medium 200, to change whenever [incident angle], and just to perform the same hologram record as the above to according to in piles to the same record section whenever [incident angle]

[0104] The reference beam phase multiplex system which replaces with such include-angle multiplex system, or, in addition, changes the phase of a reference beam L2, and performs multiplex record may be combined. What is necessary is to arrange the optical element for phase polarization to the optical path of a reference beam L2 in this case, to change the phase of a reference beam L2, and just to perform the same hologram record as the above according to this phase in piles to the same record section.

[0105] Furthermore, the reference beam amplitude multiplex system which replaces with these multiplex system, or, in addition, changes the amplitude of a reference beam L2, and performs multiplex record may be combined. What is necessary is to arrange the optical element for amplitude modification to the optical path of a reference beam L2 in this case, to change the amplitude of a reference beam L2, and just to perform the same hologram record as the above according to this amplitude in piles to the same record section.

[0106] Furthermore, the reference beam polarization multiplex system which replaces with these multiplex

system, or, in addition, changes the polarization condition of a reference beam L2, and performs multiplex record may be combined. What is necessary is to arrange the optical element for polarization status changes to the optical path of a reference beam L2 in this case, to change the changeover state of a reference beam L2, and just to perform the same hologram record as the above according to this changeover state in piles to the same record section.

[0107] Furthermore, the depth of focus multiplex system which replaces with these multiplex system, or, in addition, changes the depth of focus of the signal light L3, and performs multiplex record may be combined. in this case, the thing of laser equipment 11 or lenses 13 and 14, and 16 grades for which the location of an optical element is changed -- or what is necessary is to add the optical element for focal distance modification, or to add the machine element which changes the location by the side of the hologram record medium 200, to change the depth of focus, and just to perform the same hologram record as the above according to the depth of focus in piles to the same record section

[0108] According to these deformation gestalten, compared with each operation gestalt mentioned above, hologram record of high density is attained more.

[0109] (Operation gestalt of a hologram regenerative apparatus) The operation gestalt of the hologram regenerative apparatus of this invention is explained with reference to drawing 16 . It is the block diagram showing the whole hologram regenerative-apparatus configuration which drawing 16 requires for this operation gestalt here.

[0110] The hologram regenerative apparatus 300 concerning this operation gestalt reads recording information from the hologram record medium 200 recorded by the hologram recording device 100 of the operation gestalt mentioned above.

[0111] As shown in drawing 16 , the hologram regenerative apparatus 300 Example slack laser equipment 21 of the light sources for playback, such as semiconductor laser, which irradiates the playback illumination light L10 at the hologram record medium 200, The mirrors 22 and 23 which lead the playback illumination light L10 to the hologram record medium 200, The lens 24 which condenses the playback light based on the playback illumination light from the hologram record medium 200, It has the light-receiving equipment 25 which receives the playback light L11 through this lens 24, and the reader 26 which reads two or more recording information recorded on the hologram record medium 200 in piles based on the this received playback light L11, respectively.

[0112] Light-receiving equipment 25 comes to contain for example, a photodiode array, CCD (Charge Coupled Device), etc.

[0113] The reader 26 is stored in memory by using as a table relation with the value of each recording information preferably modulated by the light-and-darkness pattern, the modulation unit 153 (or 153', 153"), and this modulation unit which were shown in drawing 13 from drawing 10 . And each recording information is read by specifying the light-and-darkness pattern of the received playback light L11, and specifying the recording information corresponding to the light-and-darkness pattern specified with reference to the table. Therefore, two or more recording information recorded in piles two or more times can be read simultaneously.

[0114] Next, actuation of the hologram regenerative apparatus 300 of this operation gestalt is explained.

[0115] In drawing 16 , laser equipment 21 irradiates the playback illumination light L10 through mirrors 22 and 23 at a hologram 200 at the time of the actuation. Then, light-receiving equipment 25 receives the playback light L11 based on the playback illumination light L10 in the hologram record medium 200. They are high order light, such as zero-order light which produces the playback light L11 here when the playback illumination light L10 corresponding to the reference beam at the time of record is irradiated by the hologram record medium 200, or primary light, etc. With the property of hologram record, such a playback light L11 does so the same light-and-darkness pattern as the modulated signal light L3 which was shown in drawing 1 .

[0116] Then, while specifying the modulation unit 153 (or 153', 153") recorded on the same record section in piles when a reader 26 referred to the above-mentioned table based on the playback light L11 received by this light-receiving equipment 25, respectively, the content (namely, the value of binary data or the value of gradation data) of the recording information recorded according to this modulation unit is specified. Playback of each recording information recorded on the hologram record medium 200 by which high density record was carried out like **** by these is performed.

[0117] Playback of each recording information over such same record section is preferably performed simultaneously about all the record sections on the hologram record medium 200. Thereby, the advantage of the hologram record medium 200 as memory of a distributed method is employed efficiently effectively.

[0118] In addition, in the hologram regenerative apparatus 300 of this operation gestalt, a reader 26 may detect the center-of-gravity location of the dark space in the playback light L11, or a bright section, or may detect the total quantity of light, and may read recording information based on this. If it does in this way, according to the record principle of this invention explained with reference to drawing 11 etc., reproductive accuracy will be effectively raised compared with the information playback only by the playback pattern. Or a reader 26 may detect the optical part from the predetermined fields in a cell block (for example, four corners etc.), and may read recording information based on this. If it does in this way, according to the record principle of this invention explained with reference to drawing 10 etc., reproductive accuracy will be raised effectively.

[0119] Furthermore, a reader 26 may detect the intensity distribution of the playback light L11, and may read recording information based on this. If it does in this way, according to the record principle of this invention explained with reference to drawing 12 etc., reproductive accuracy will be raised effectively. Or it also becomes possible to record gradation data and to reproduce.

[0120] This invention is not restricted to the operation gestalt mentioned above, and can be suitably changed in the range which is not contrary to the summary or thought of invention which can be read in a claim and the whole description, and the hologram recording device and hologram regenerative apparatus accompanied by such modification are also contained in the technical range of this invention.

[0121]

[Effect of the Invention] As explained to the detail above, according to the hologram recording device and hologram regenerative apparatus of this invention, it is possible to raise recording density and storage capacity, and a miniaturization is also possible. Moreover, especially, low electrification in the light source can be attained and simplification of an equipment configuration or device control can be attained further.

[Translation done.]

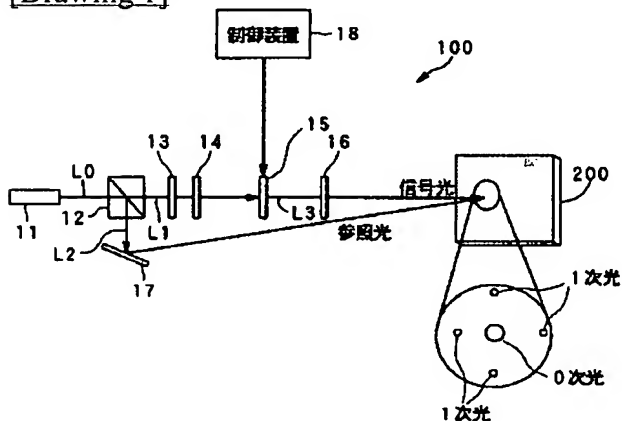
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

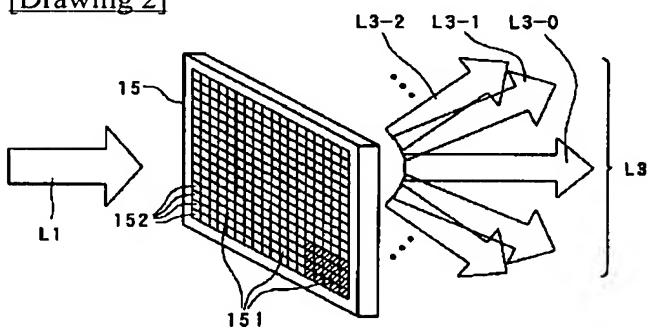
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

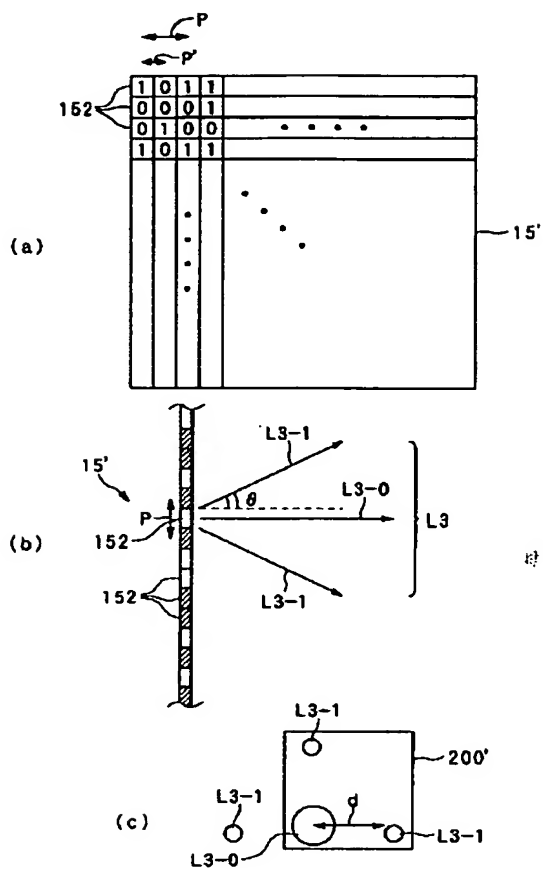
[Drawing 1]



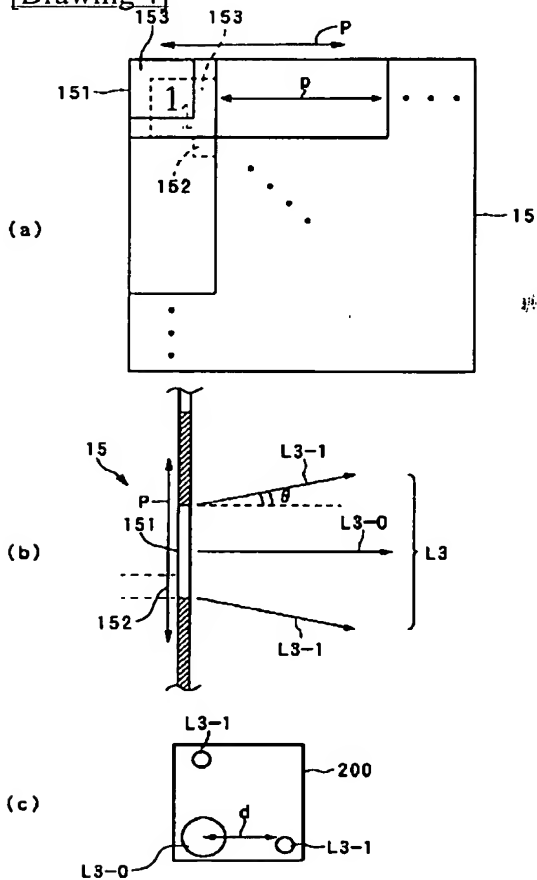
[Drawing 2]



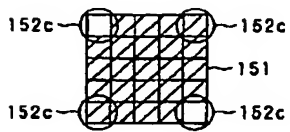
[Drawing 3]



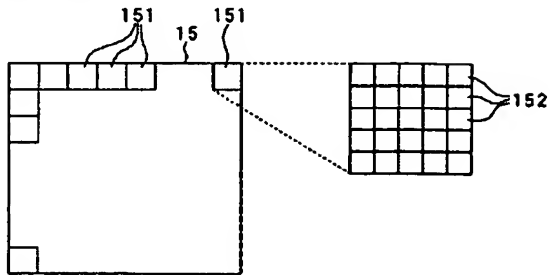
[Drawing 4]



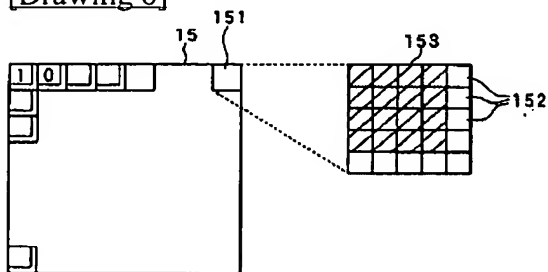
[Drawing 10]



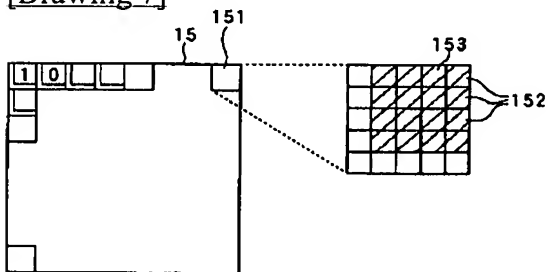
[Drawing 5]



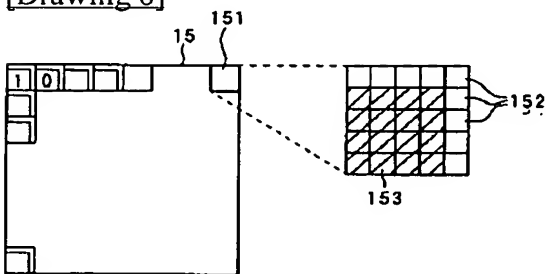
[Drawing 6]



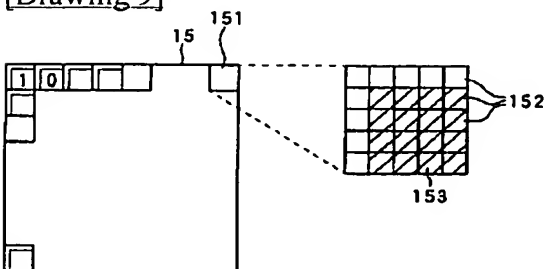
[Drawing 7]



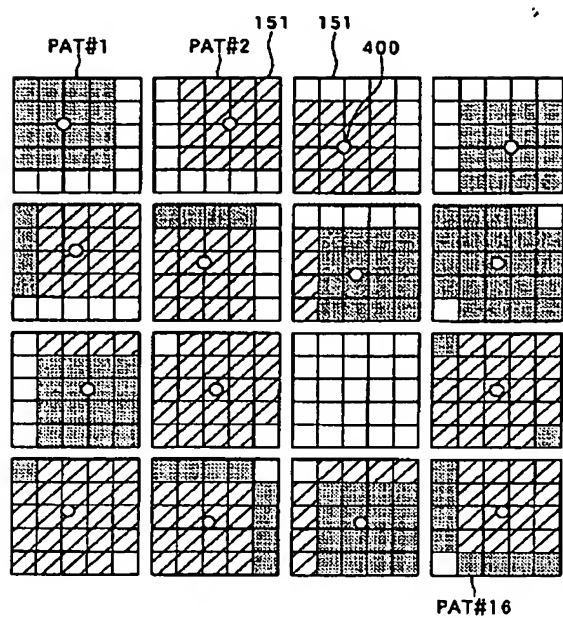
[Drawing 8]



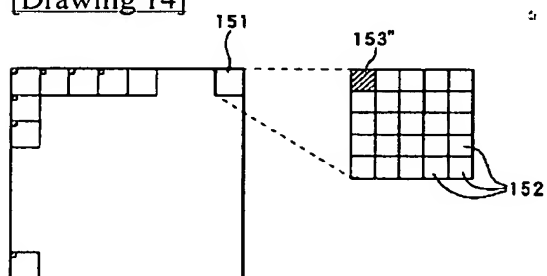
[Drawing 9]



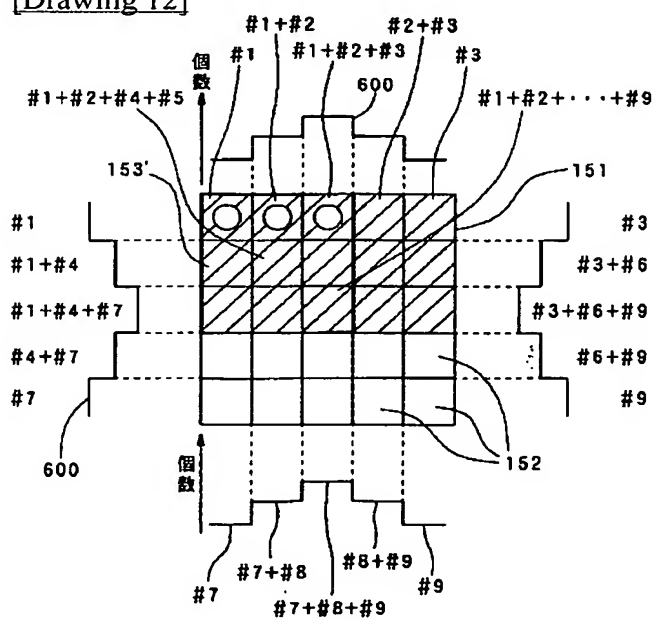
[Drawing 11]



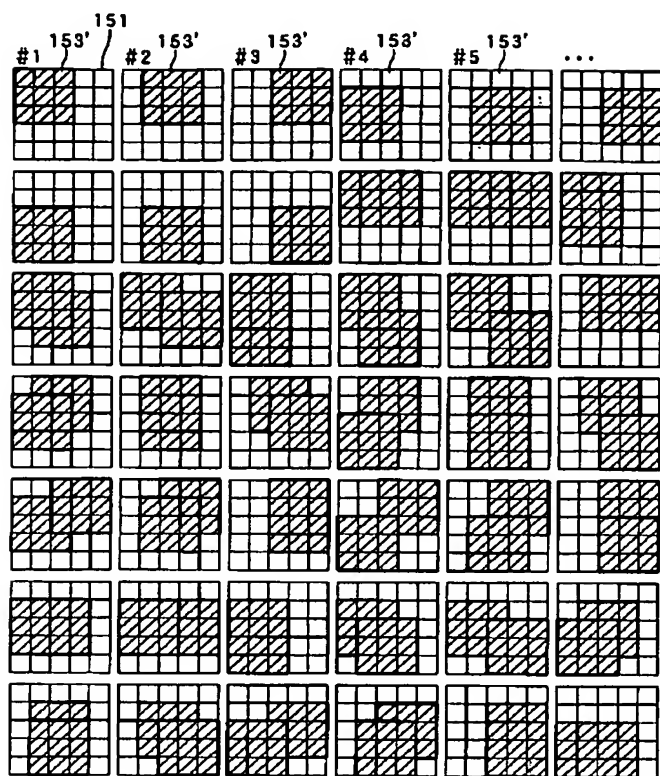
[Drawing 14]



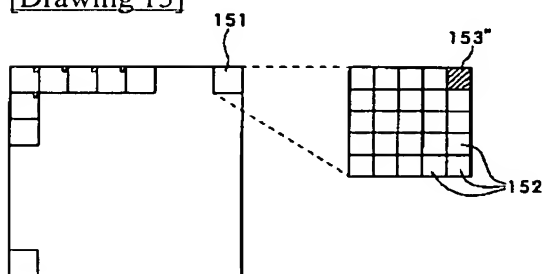
[Drawing 12]



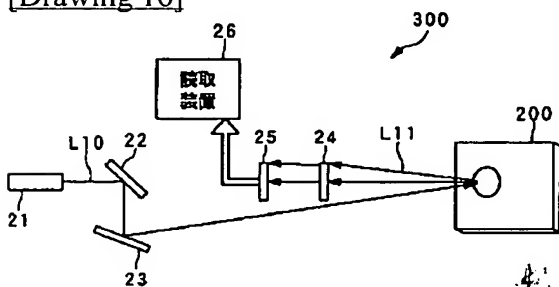
[Drawing 13]



[Drawing 15]



[Drawing 16]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-337523

(43)Date of publication of application : 28.11.2003

(51)Int.Cl.

G03H 1/04
G02F 1/01
G02F 1/061
G02F 1/13
G03H 1/26

(21)Application number : 2002-143767

(71)Applicant : PIONEER ELECTRONIC CORP

(22)Date of filing : 17.05.2002

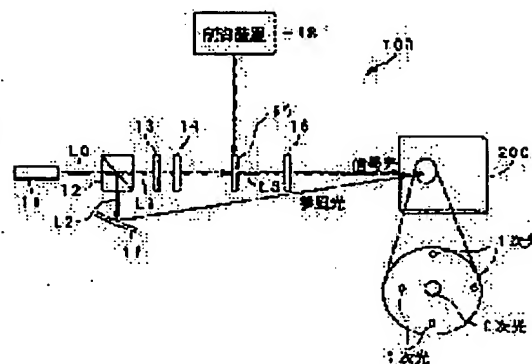
(72)Inventor : KURODA KAZUO
SUGIURA SATOSHI
YANAGISAWA SHUICHI
TANAKA SATORU
ITO YOSHINAO
TACHIBANA AKIHIRO
KUBOTA YOSHIHISA

(54) HOLOGRAM RECORDING DEVICE AND HOLOGRAM RECONSTRUCTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the recording density and recording capacity in hologram recording and to downsize a recording device or reconstructing device for the same.

SOLUTION: The hologram recording device (100) is provided with a spatial optical modulator (15) which is arranged in an optical path of signal light (L1), is divided to a plurality of cell blocks (151) arrayed in a matrix form and is divided to a plurality of cells (152) arrayed in a matrix form and is modulatable in the units of these cells and control means (16) which controls the spatial optical modulator so as to modulate the signal light according to each of a plurality of the recording information to be recorded in a recording medium (200). A plurality of the modulation units (153) existing within the same cell block are not formed as the cell patterns which are the same as each other. A plurality of the cell blocks of the pitch greater than a pixel pitch are simultaneously or successively turned on/off and therefore the spacing between the zero order light and the higher order light can be narrowed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.04.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-337523

(P2003-337523A)

(43) 公開日 平成15年11月28日 (2003. 11. 28)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テコード (参考)
G 0 3 H 1/04		G 0 3 H 1/04	2 H 0 7 9
G 0 2 F 1/01		G 0 2 F 1/01	D 2 H 0 8 8
	1/061 5 0 3	1/061 5 0 3	2 K 0 0 8
	1/13 5 0 5	1/13 5 0 5	
G 0 3 H 1/28		G 0 3 H 1/28	
審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 16 頁)			

(21) 出願番号 特願2002-143767(P2002-143767)

(22) 出願日 平成14年5月17日 (2002. 5. 17)

(71) 出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72) 発明者 黒田 和男

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ

イオニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 杉浦 聡

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ

イオニア株式会社総合研究所内

(74) 代理人 100104765

弁理士 江上 達夫 (外1名)

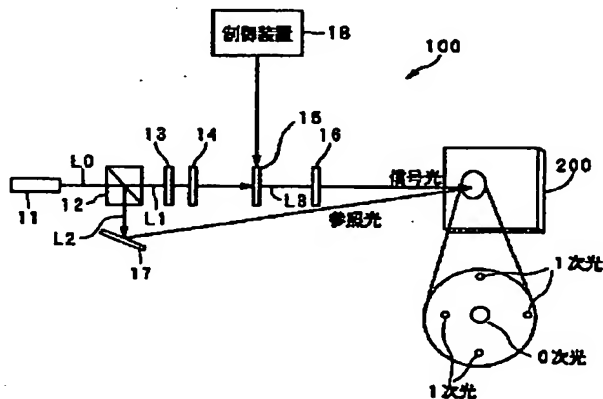
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホログラム記録装置及びホログラム再生装置

(57) 【要約】

【課題】 ホログラム記録において、記録密度及び記録容量を向上させ、しかもその記録装置或いは再生装置の小型化を図る。

【解決手段】 ホログラム記録装置 (100) は、信号光 (L1) の光路に配置され、マトリクス状に配列された複数のセルブロック (151) に分割されると共に各セルブロックがマトリクス状に配列された複数のセル (152) に分割されており、該セルの単位で変調可能な空間光変調器 (15) と、ホログラム記録媒体 (200) 上に記録すべき複数の記録情報の各々に応じて、信号光に対する変調を行うように空間光変調器を制御する制御手段 (16) とを備える。同一セルブロック内に存在する複数の変調単位 (153) は相互に同じセルパターンとしない。ピクセルピッチと比べて大きなピッチの複数のセルブロックが同時に又は順次にオン/オフされるので、0次光と高次光との間隔を狭くできる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源光を照射する記録用光源と、
該照射される光源光を信号光及び参照光に分離する第 1
光学系と、

前記信号光の光路に配置され、マトリクス状に配列され
た複数のセルブロックに分割されると共に各セルブロッ
クが $M \times N$ (但し、 M 及び N は夫々、2 以上の自然数)
のマトリクス状に配列された複数のセルに分割されてお
り、該セルの単位で変調可能な空間光変調器と、
該空間光変調器を通過した信号光と前記参照光とをホロ
10 グラム記録媒体上に導く第 2 光学系と、

前記ホログラム記録媒体上に記録すべき複数の記録情報
の各々に応じて、前記各セルブロック内の一部を占める
一又は複数のセルを変調単位として前記信号光に対する
変調を行うように前記空間光変調器を制御する制御手段
とを備えており、

前記制御手段は、前記ホログラム記録媒体上における前
記セルブロックに対応する記録領域に対して、前記セル
ブロック内に存在すると共に相異なるセルパターンを有
する複数の変調単位で変調した信号光により前記複数の
記録情報を相前後して重ねて記録するように前記空間光
20 変調器を制御することを特徴とするホログラム記録装
置。

【請求項 2】 前記空間光変調器は、前記各セルブロッ
クについて並列に前記記録情報の記録を行うことを特徴
とする請求項 1 に記載のホログラム記録装置。

【請求項 3】 前記変調単位は、前記各セルブロック内
において、所定パターンに配列された複数のセルからな
ることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のホログラム
記録装置。

【請求項 4】 前記変調単位は、前記各セルブロック内
において、 $n \times m$ (但し、 n は N 以下の自然数、 m は M
以下の自然数、且つ $n + m < N + M$) のマトリクス状に
配列された複数のセルからなることを特徴とする請求項
3 に記載のホログラム記録装置。

【請求項 5】 前記変調単位は、前記各セルブロック内
において、個々のセルからなることを特徴とする請求項
1 又は 2 に記載のホログラム記録装置。

【請求項 6】 前記制御手段は、前記変調単位で、前記
記録情報の示す 2 値データに応じて 2 値変調するように
前記空間光変調器を制御することを特徴とする請求項 1
から 6 のいずれか一項に記載のホログラム記録装置。

【請求項 7】 前記制御手段は、前記変調単位で、前記
記録情報の示す階調データに応じて多値変調するように
前記空間光変調器を制御することを特徴とする請求項 1
から 5 のいずれか一項に記載のホログラム記録装置。

【請求項 8】 前記第 1 光学系と前記空間光変調器との
間における前記信号光の光路に配置されており前記信号
光の径を拡大させる第 3 光学系と、
前記空間光変調器と前記ホログラム記録媒体との間に
50

ける前記信号光の光路に配置されており前記信号光の径
を変更させる第 4 光学系とを更に備えたことを特徴とす
る請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のホログラム記
録装置。

【請求項 9】 前記ホログラム記録媒体に入射する前記
信号光の入射角度を変えて多重記録を行う角度多重方
式、前記参照光の位相を変えて多重記録を行う参照光位
相多重方式、前記参照光の振幅を変えて多重記録を行う
参照光振幅多重方式、前記参照光の偏光を変えて多重記
録を行う参照光偏光多重方式、及び前記ホログラム記録
媒体に入射する前記信号光の焦点深度を変えて多重記録
を行う焦点深度多重方式のうち少なくとも一つの方式に
よる多重記録が、前記同一記録領域に対して行われるこ
とを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の
ホログラム記録装置。

【請求項 10】 請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載
のホログラム記録装置により記録された前記ホログラム
記録媒体から前記記録情報を読み出すホログラム再生装
置であって、

20 再生照明光を前記ホログラム記録媒体に照射する再生用
光源と、

前記ホログラム記録媒体における前記同一セルブロッ
クに対応する前記同一記録領域からの、前記再生照明光に
基づく再生光を受光する受光手段と、

該受光された再生光に基づいて、前記同一記録領域に重
ねて記録された前記複数の記録情報を読み取る読取手段
とを備えたことを特徴とするホログラム再生装置。

【請求項 11】 前記受光手段は、前記同一記録領域に
重ねて記録された前記複数の記録情報に対応する再生光
30 を同時に受光し、

前記読取手段は、該同時に受光された再生光に基づい
て、前記同一記録領域に重ねて記録された前記複数の記
録情報を同時に読み取ることを特徴とする請求項 11 に
記載のホログラム再生装置。

【請求項 12】 前記読取手段は、前記各セルブロッ
クに対応する前記記録領域について並列に前記記録情報の
読み取りを行うことを特徴とする請求項 10 又は 11 に
記載のホログラム再生装置。

【請求項 13】 前記読取手段は、前記同一記録領域か
らの前記受光された再生光における暗部又は明部の重心
位置を検出し、該検出された重心位置に基づいて、前記
同一セルブロック内の前記複数の変調単位で変調された
前記複数の記録情報を読み取ることを特徴とする請求項
10 から 12 のいずれか一項に記載のホログラム再生装
置。

【請求項 14】 前記読取手段は、前記受光された再生
光のうち前記同一記録領域内の所定領域からの光部分を
検出し、該検出された光部分に基づいて、前記記録情報
を読み取ることを特徴とする請求項 10 から 12 のいづ
れか一項に記載のホログラム再生装置。

【請求項 15】 前記読取手段は、前記同一記録領域からの前記受光された再生光の明暗パターンを検出し、該検出された明暗パターンに基づいて、前記同一セルブロック内の前記複数の変調単位で変調された前記複数の記録情報を読み取ることとを特徴とする請求項 10 から 12 のいずれか一項に記載のホログラム再生装置。

【請求項 16】 前記読取手段は、前記同一記録領域からの前記受光された再生光の強度分布を検出し、該検出された強度分布に基づいて、前記同一セルブロック内の前記複数の変調単位で変調された前記複数の記録情報を読み取ることとを特徴とする請求項 10 から 12 のいずれか一項に記載のホログラム再生装置。

【請求項 17】 前記記録情報は、多値変調された階調データを示し、

前記読取手段は、前記検出された強度分布に基づいて、前記階調データを読み取ることとを特徴とする請求項 16 に記載のホログラム再生装置。

【請求項 18】 前記読取手段は、前記同一記録領域からの前記受光された再生光の総光量を検出し、該検出された総光量に基づいて、前記同一セルブロック内の前記複数の変調単位で変調された前記複数の記録情報を読み取ることとを特徴とする請求項 10 から 12 のいずれか一項に記載のホログラム再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、空間光変調器 (Spatial Light Modulator) を介して信号光をホログラム記録媒体に照射し、情報を記録するホログラム記録装置及び該ホログラム記録媒体から情報を再生するホログラム再生装置の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】従来、ホログラム記録装置では、例えば液晶装置等から構成され、記録すべき記録情報に応じて変調を行う空間光変調器に、信号光たるレーザ光が照射される。ここで特に、空間光変調器は、マトリクス状にセルが平面配列されており、セル毎に光透過率を記録情報に応じて変えることで、信号光を変調する。変調された信号光は、微細ピッチを持つセルにおける回折現象によって 0 次光、1 次光等の複数の回折光として、異なる出射角度で出射される。この際、出射角度は、変調単位であるセルのピッチにより規定される。そして、このように構成された空間光変調器により変調された信号光と空間光変調器を経ない参照光とが、ホログラム記録媒体上で干渉させられる。これにより、ホログラム記録媒体に記録情報が波面として記録されるように構成されている。

【0003】このように構成されたホログラム記録装置によれば、例えば、空間光変調器からの信号光としての 0 次光及び 1 次光 (例えば、複数発生する 1 次光のうちの一つ) が、記録媒体上で 1 mm 程度程度の記録領域内に

照射される。この際、記録媒体に対する信号光の照射角度などのパラメータの一部を変えることで、夫々独立した記録が可能とされる。このため、情報を高密度で記録できるとされている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、空間光変調器におけるセルサイズ或いはピクセルピッチサイズを小さくすると、その回折による 0 次光と 1 次光との間で、出射角度の差、更にはホログラム記録媒体上でのこれらの集光位置の間隔は広がる。よって、これらの回折光が照射されるホログラム記録媒体における記録領域の面積を大きくする必要性が生じる。或いは空間光変調器及びその出射側の光学系等を大きくする必要性が生じる。そして特に、広い面積の記録領域に記録するためには、巨大パワーの半導体レーザ装置などの強力な光源が必要となってしまう、これは、コスト等の実用的観点から見て、極めて不利である。従って、空間光変調器におけるセルサイズ或いはピクセルピッチサイズを小さくすると、ホログラム記録装置を小型にとどめること或いは記録密度を高めることは実践上困難になるという問題点がある。

【0005】これに対して、セルサイズ或いはピクセルピッチサイズを大きくしたのでは、0 次光と 1 次光との出射角度差或いは間隔は狭まるものの、今度は、セル或いはピクセルのピッチの増大により、ホログラム記録媒体に記録できる記録容量或いは情報量が根本的に低下してしまう。

【0006】以上のようにホログラム記録装置及びこれから記録情報を再生するホログラム再生装置においては、装置の大型化を避ける要請、記録密度を向上させる要請、記録容量を増大させる要請、光源における低電力化の要請、装置構成や装置制御の簡略化或いは簡素化などの各種要請を同時に満足させることは、理論的に或いは技術的に困難であるという問題点がある。

【0007】本発明は上述した問題点に鑑みなされたものであり、記録密度及び記録容量を向上させることが可能であり、小型化に適したホログラム記録装置及びホログラム再生装置を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のホログラム記録装置は上記課題を解決するために、光源光を照射する記録用光源と、該照射される光源光を信号光及び参照光に分離する第 1 光学系と、前記信号光の光路に配置され、マトリクス状に配列された複数のセルブロックに分割されると共に各セルブロックが $M \times N$ (但し、 M 及び N は夫々、2 以上の自然数) のマトリクス状に配列された複数のセルに分割されており、該セルの単位で変調可能な空間光変調器と、該空間光変調器を通過した信号光と前記参照光とをホログラム記録媒体上に導く第 2 光学系と、前記ホログラム記録媒体上に記録すべき複数の記録

情報の各々に応じて、前記各セルブロック内の一部を占める一又は複数のセルを変調単位として前記信号光に対する変調を行うように前記空間光変調器を制御する制御手段とを備えており、前記制御手段は、前記ホログラム記録媒体上における前記セルブロックに対応する記録領域に対して、前記セルブロック内に存在すると共に相異なるセルパターンを有する複数の変調単位で変調した信号光により前記複数の記録情報を相前後して重ねて記録するように前記空間光変調器を制御する。

【0009】本発明のホログラム記録装置によれば、その動作時には、半導体レーザー装置等の記録用光源は、レーザー光等の光源光を照射する。第1光学系は、この光源光を、信号光及び参照光に分離する。ここで、信号光の光路に配置された、例えば液晶装置等から構成される空間光変調器は、制御手段による制御下で、記録すべき複数の記録情報の各々に応じて、各セルブロック内の一部を占める一又は複数のセルを変調単位として、信号光に対する変調を行う。その後、第2光学系は、この変調された信号光と、第1光学系で分離された参照光とをホログラム記録媒体上に導く。この結果、ホログラム記録媒体上では、これら信号光と参照光との干渉により、記録情報が波面として記録される。

【0010】ここで、空間光変調器は、マトリクス状に配列された複数のセルブロックに分割されている。更に、このセルブロックは、 $M \times N$ のマトリクス状に配列された複数のセルに分割されている。そして、同一セルブロック内に存在する複数の変調単位は夫々、一又は複数のセルからなり相互に異なるセルパターンを有するように規定されている。例えば、各セルブロックは、 $M = N = 5$ として、縦横5個ずつのセルの配列からなり、この際、変調単位は、係るセルブロック内における縦横4個ずつ又は3個ずつのセルからなり、相互に異なるセルパターンを有する。或いは、例えば、各セルブロックは、 $M = N = 5$ として、縦横5個ずつのセルの配列からなり、この際、変調単位は、1個のセルからなり、相互に異なるセルパターンを有する。

【0011】このように構成され且つセルの単位で変調可能な空間光変調器は、その動作時には、制御手段による制御下で、同一セルブロックに対応するホログラム記録媒体上の同一記録領域に対して、当該同一セルブロック内に存在する複数の変調単位で変調した信号光により、複数の記録情報を相前後して重ねて記録する。

【0012】そして、このような同一セルブロックに対応する同一記録領域に複数の記録情報を重ねて順次記録する動作は、空間光変調器が有する複数のセルブロックの夫々について、同時に又は相前後して行われる。例えば、縦横65個ずつのセルブロックの全てについて、このような変調単位で順次記録する動作が、同時に又は相前後して行われる。

【0013】尚、ホログラム記録媒体における記録面積

を信号光に対して相対的に大きく設定し、このような複数のセルブロックに対応する複数の記録領域に対する記録をホログラム記録媒体の一部に対して実行後に、当該ホログラム記録媒体の他の部分に対して同様の記録を実行してもよい。或いは、このような複数のセルブロックに対応する複数の記録領域に対する記録後に、信号光の角度、参照光の位相や振幅等を逐次変えた後に、同一の複数の記録領域に対する記録を、同様に繰り返して行ってもよい。

【0014】以上の結果、本発明によれば、空間光変調器における信号光の回折の程度を規定する、即ち0次光或いは1次光、2次光等の高次光の出射角度の差を規定するのは、セルブロックにおける比較的大きいピッチとなる。このため、例えば個々のセルにおける比較的小さいピッチにより回折を規定するホログラム記録装置の場合と比べて顕著に、回折の程度、即ち0次光或いは1次光、2次光等の高次光の出射角度の差を小さくできる。他方で、同一セルブロックに対応する同一記録領域内に、当該同一セルブロックに含まれる複数の変調単位で変調された複数の記録情報を、相前後して重ねて記録する。このため、記録密度については、例えば個々のセルを変調単位として記録する場合と同程度に高めることができる。

【0015】このように本発明によれば、記録密度を高め、これにより記録容量を大きくしつつ、空間光変調器や第2光学系等の光学系、ホログラム記録媒体の面積等の規模を小さく抑えることができ、装置全体の小型軽量化が可能となる。更に、記録用光源についても、相対的に低光強度のもので足り、コスト等の観点から極めて有利である。加えて、前述した各種の多重方式により多重記録を行う場合と比較して、信号光や参照光の光路、位相等を固定したままで、同一記録領域に相前後して重ねて記録可能であるので、装置構成やその制御を簡略化できる。

【0016】本発明のホログラム記録装置の一態様では、前記空間光変調器は、前記各セルブロックについて並列に前記記録情報の記録を行う。

【0017】この態様によれば、各セルブロックについて並列に記録を行うことで、分散方式のメモリとしてのホログラム記録媒体の利点が効果的に生かされる。

【0018】但し、液晶装置等からなる空間光変調器や光学系のサイズ等との関係から、例えば、各セルブロック内の変調単位で順次記録する一連の動作が、全てではない複数のセルブロックずつ、或いは個々のセルブロックずつ順番に行われてもよい。

【0019】本発明のホログラム記録装置の他の態様では、前記変調単位は、前記各セルブロック内において、所定パターンに配列された複数のセルからなる。

【0020】この態様によれば、各セルブロック内において、所定パターンに配列された複数のセルからなる変

調単位で、信号光を変調することで記録が行われる。このため、予め当該所定パターンに対応して再生時に得られる筈の光パターン、光強度分布等と、変調単位及び該変調単位で記録された記録情報の内容（例えば、“0”又は“1”の2値或いはこれらに中間レベルも加えた多値）との関係を、実験的、経験的、理論的、シミュレーション等によって特定しておくことにより、実際にホログラム記録媒体を再生する際に、各記録領域に記録された記録情報を、変調単位別に特定でき、更に該記録情報の内容を特定できる。即ち、当該ホログラム記録媒体から記録情報が再生可能となる。

【0021】この態様では、前記変調単位は、前記各セルブロック内において、 $n \times m$ （但し、 n は N 以下の自然数、 m は M 以下の自然数、且つ $n+m < N+M$ ）のマトリクス状に配列された複数のセルからなっており、

【0022】このように構成すれば、変調単位にかかる所定パターンは、例えば矩形或いは正方形をなすセルブロックよりも一回り小さい $n \times m$ の矩形或いは正方形パターンとなる。このため、比較的簡単に、予め当該所定パターンに対応して再生時に得られる筈の光パターンと変調単位及び該変調単位で記録された記録情報の内容との関係を、実験的、経験的、理論的、シミュレーション等によって特定できる。そして、矩形或いは正方形のパターンを同一セルブロック内で相互に重ねることにより、該同一セルブロックに対応する記録領域に記録可能な記録情報の数を増加させることもできる。これらにより、ホログラム記録媒体に記録情報を高密度で記録可能となり、更に該記録情報を確実に再生可能となる。

【0023】或いは本発明のホログラム記録装置の他の態様では、前記変調単位は、前記各セルブロック内において、個々のセルからなる。

【0024】この態様によれば、各セルブロック内において、個々のセルからなる変調単位で、信号光を変調することで記録が行われる。このため、予め当該個々のセルに対応して再生時に得られる筈の光パターン、光強度分布等と、変調単位及び該変調単位で記録された記録情報の内容（例えば、“0”又は“1”の2値或いはこれらに中間レベルも加えた多値）との関係を、実験的、経験的、理論的、シミュレーション等によって特定しておくことにより、実際にホログラム記録媒体を再生する際に、各記録領域に記録された記録情報を、変調単位別に特定でき、更に該記録情報の内容を特定できる。即ち、当該ホログラム記録媒体から記録情報が再生可能となる。

【0025】本発明のホログラム記録装置の他の態様では、前記制御手段は、前記変調単位で、前記記録情報の示す2値データに応じて2値変調するように前記空間光変調器を制御する。

【0026】この態様によれば、2値データを示す記録情報を、高密度でホログラム記録媒体に記録できる。

【0027】或いは本発明のホログラム記録装置の他の態様では、前記制御手段は、前記変調単位で、前記記録情報の示す階調データに応じて多値変調するように前記空間光変調器を制御する。

【0028】この態様によれば、階調データを示す記録情報を、高密度でホログラム記録媒体に記録できる。

【0029】本発明のホログラム記録装置の他の態様では、前記第1光学系と前記空間光変調器との間における前記信号光の光路に配置されており前記信号光の径を拡大させる第3光学系と、前記空間光変調器と前記ホログラム記録媒体との間における前記信号光の光路に配置されており前記信号光の径を変更させる第4光学系とを更に備える。

【0030】この態様によれば、第3光学系及び第4光学系を備えるので、例えば半導体レーザ光等の比較的小径である光源光の径によらずに、両者間に配置される空間光変調器を通過する際の信号光の径を空間変調器の大きさに応じて適宜調節できる。従って、例えば液晶装置等から構成される空間光変調器に係る仕様の自由度が増すと共に、当該ホログラム記録装置に必要なセル数の空間光変調器を容易に調達できる。尚、第3光学系或いは第4光学系により、信号光の角度等を調整或いは角度多重記録のために変更することも可能である。

【0031】本発明のホログラム記録装置の他の態様では、前記ホログラム記録媒体に入射する前記信号光の入射角度を変えて多重記録を行う角度多重方式、前記参照光の位相を変えて多重記録を行う参照光位相多重方式、前記参照光の振幅を変えて多重記録を行う参照光振幅多重方式、前記参照光の偏光を変えて多重記録を行う参照光偏光多重方式、及び前記ホログラム記録媒体に入射する前記信号光の焦点深度を変えて多重記録を行う焦点深度多重方式のうち少なくとも一つの方式による多重記録が、前記同一記録領域に対して行われる。

【0032】この態様によれば、上述した本発明のホログラム記録装置による記録動作に、各種の多重方式を組み込むことにより、より高密度のホログラム記録が可能となる。

【0033】本発明のホログラム再生装置は上記課題を解決するために、上述した本発明のホログラム記録装置（その各種態様を含む）により記録された前記ホログラム記録媒体から前記記録情報を読み出すホログラム再生装置であって、再生照明光を前記ホログラム記録媒体に照射する再生用光源と、前記ホログラム記録媒体における前記同一セルブロックに対応する前記同一記録領域からの、前記再生照明光に基づく再生光を受光する受光手段と、該受光された再生光に基づいて、前記同一記録領域に重ねて記録された前記複数の記録情報を夫々読み取る読取手段とを備える。

【0034】本発明のホログラム再生装置によれば、その動作時には、半導体レーザ装置等の再生用光源は、レ

一ザ光等の再生照明光を照射する。すると、例えばフォトダイオードアレイ、CCD (Charge Coupled Device) 等を含んでなる受光手段は、ホログラム記録媒体における、同一セルブロックに対応する同一記録領域からの、再生照明光に基づく再生光を受光する。そして、このような受光手段による再生光の受光は好ましくは、セルブロックの全て或いは複数について同時に行われる。ここに「再生光」とは、記録時における参照光に対応する再生照明光がホログラム記録媒体に照射された際に生じる、0次光或いは1次光等の高次光などである。続いて、この受光手段により受光された再生光に基づいて、読取手段は、同一記録領域に重ねて記録された複数の記録情報を読み取る。より具体的には、再生光に基づいて、同一記録領域に重ねて記録された変調単位を特定すると共に該変調単位別に記録された記録情報の内容を特定する。そして、このような読取手段による変調単位の特定及び記録情報の内容の特定は好ましくは、セルブロックの全て或いは複数に対応する、ホログラム記録媒体上の記録領域の全て或いは複数について同時に行われる。これらにより、上述の如く高密度記録されたホログラム記録媒体に記録された各記録情報の再生が行われる。

【0035】本発明のホログラム再生装置の一態様では、前記読取手段は、前記同一記録領域に重ねて記録された前記複数の記録情報に対応する再生光を同時に受光し、前記読取手段は、該同時に受光された再生光に基づいて、前記同一記録領域に重ねて記録された前記複数の記録情報を同時に読み取る。

【0036】この態様によれば、記録時に同一セルブロックに対応する同一記録領域内に相前後して重ねて記録された複数の記録情報を、再生時に同時に読み取ることができ、迅速なる読み取り動作が可能となる。

【0037】本発明のホログラム再生装置の他の態様では、前記読取手段は、前記各セルブロックに対応する前記記録領域について並列に前記記録情報の読み取りを行う。

【0038】この態様によれば、ホログラム記録媒体上の記録領域に対して並列に或いは同時に再生を行うことにより、分散方式のメモリとしてのホログラム記録媒体の利点が非常に効果的に生かされる。但し、フォトダイオードアレイ等からなる受光手段や光学系のサイズ等との関係から、このような再生が、複数の記録領域ずつ或いは一つの記録領域ずつ順番に行われてもよい。

【0039】本発明のホログラム再生装置の他の態様では、前記読取手段は、前記同一記録領域からの前記受光された再生光における暗部又は明部の重心位置を検出し、該検出された重心位置に基づいて、前記同一セルブロック内の前記複数の変調単位で変調された前記複数の記録情報を読み取る。

【0040】この態様によれば、予め、セルブロックに

対応する記録領域について再生光の重心位置と、該セルブロック内の各変調単位及びそれにより記録される記録情報の内容との対応関係を特定しておくことによって、再生時には、この重心位置を、受光された再生光における光パターン、光強度分布等に組み合わせることにより或いは単独で用いることで、高確度で記録情報の読み取りを行える。

【0041】本発明のホログラム再生装置の他の態様では、前記読取手段は、前記受光された再生光のうち前記同一記録領域内の所定領域からの光部分を検出し、該検出された光部分に基づいて、前記記録情報を読み取る。

【0042】この態様によれば、予め、セルブロックに対応する記録領域内のうち所定領域（例えば、四隅など）からの光部分と、該セルブロック内の各変調単位及びそれにより記録される記録情報の内容との対応関係を特定しておくことによって、再生時には、この光部分に基づいて（例えば、この光部分の光パターン、光強度分布、暗部又は明部の重心位置などに基づいて）、高確度で記録情報の読み取りを行える。

【0043】本発明のホログラム再生装置の他の態様では、前記読取手段は、前記同一記録領域からの前記受光された再生光の明暗パターンを検出し、該検出された明暗パターンに基づいて、前記同一セルブロック内の前記複数の変調単位で変調された前記複数の記録情報を読み取る。

【0044】この態様によれば、予め、セルブロックに対応する記録領域内からの再生光の明暗パターンと、該セルブロック内の各変調単位及びそれにより記録される記録情報の内容との対応関係を特定しておくことによって、再生時には、この明暗パターンに基づいて、高確度で記録情報の読み取りを行える。

【0045】本発明のホログラム再生装置の他の態様では、前記読取手段は、前記同一記録領域からの前記受光された再生光の強度分布を検出し、該検出された強度分布に基づいて、前記同一セルブロック内の前記複数の変調単位で変調された前記複数の記録情報を読み取る。

【0046】この態様によれば、予め、セルブロックに対応する記録領域内からの再生光の強度分布と、該セルブロック内の各変調単位及びそれにより記録される記録情報の内容との対応関係を特定しておくことによって、再生時には、この強度分布に基づいて、高確度で記録情報の読み取りを行える。

【0047】この態様では、前記記録情報は、多値変調された階調データを示し、前記読取手段は、前記検出された強度分布に基づいて、前記階調データを読み取るように構成してもよい。

【0048】このように構成すれば、再生光の強度分布を用いることで、階調データを示す記録情報を再生可能となり、結果的に記録密度を一層向上させることが可能となる。

【0049】本発明のホログラム再生装置の他の態様では、前記読取手段は、前記同一記録領域からの前記受光された再生光の総光量を検出し、該検出された総光量に基づいて、前記同一セルブロック内の前記複数の変調単位で変調された前記複数の記録情報を読み取る。

【0050】この態様によれば、予め、セルブロックに対応する記録領域について再生光の総光量と、該セルブロック内の各変調単位及びそれにより記録される記録情報の内容との対応関係を特定しておくことによって、再生時には、この総光量を、受光された再生光における光パターン、光強度分布等に組み合わせることにより或いは単独で用いることで、高精度で記録情報の読み取りを行える。

【0051】本発明のこのような作用及び他の利得は次に説明する実施の形態から明らかにされよう。

【0052】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0053】（ホログラム記録装置の第1実施形態）本発明のホログラム記録装置の第1実施形態について図1から図11を参照して説明する。

【0054】まず、図1及び図2を参照して、第1実施形態に係るホログラム記録装置の全体構成について説明する。ここに、図1は、第1実施形態に係るホログラム記録装置の全体構成を示すブロック図である。図2は、第1実施形態が備えた空間変調器の図式的な外観斜視図である。

【0055】図1に示すように、第1実施形態に係るホログラム記録装置100は、レーザ光からなる光源光L0を照射する記録用光源の一例たるレーザ装置11と、この光源光L0を信号光L1及び参照光L2に分離する第1光学系の一例たるビームスプリッタ12と、信号光L1の光路に配置され、信号光L1の径を拡大する第3光学系の一例を構成するレンズ13と、レンズ13から出射された信号光L1を概ね平行光とするコリメータレンズ等のレンズ14と、レンズ14から出射された信号光L1を、記録すべき記録信号に応じて変調し、変調後の信号光L3として出射する空間光変調器15と、信号光L3の径を変更して、ホログラム記録媒体200に向けて出射する第4光学系の一例たるレンズ16とを備える。

【0056】更にホログラム記録装置100は、ビームスプリッタ12により分離された参照光L2を、ホログラム記録媒体200上における、当該参照光L2に対応する信号光L3が集光される位置と同一位置に導く、第2光学系の一例たるミラー17を備える。

【0057】図2に示すように、空間光変調器15は、例えば液晶装置からなり、マトリクス状に配列された複数のセルブロック151に分割されると共に各セルブロックがM×N（但し、M及びNは夫々、2以上の自然

数）のマトリクス状に配列された複数のセル152に分割されており、該セル152の単位で変調可能である。尚、図2では、斜線が付された複数のセル152の集合として、一つのセルブロック151の一例が示されている。例えば、空間光変調器15が、アクティブマトリクス駆動型の液晶装置であれば、マトリクス状に2次元配列された複数の画素電極に対応して複数のセル152が規定される。そして、例えば、空間光変調器15は、矩形或いは正方形に配列された多数のセル152からなり、このうち矩形或いは正方形に配列された複数のセル152から各セルブロック151が規定される。例えば、縦5個横5個のセル152から、一つのセルブロック151が構成される。空間光変調器15は、セルブロック151のサイズに応じた回折現象によって、信号光L1が入射されると、0次光L3-0及び1次光L3-1、2次光L3-2、…の高次光を含む変調した回折光からなる信号光L3を出射するように構成されている。

【0058】再び図1において、ホログラム記録装置100は、ホログラム記録媒体200上に記録すべき複数の記録情報の各々に応じて、空間光変調器15における各セルブロック151内の一部を占める、複数のセル152を変調単位として、信号光L1に対する変調を行うように、空間光変調器15を制御する制御装置18を更に備える。

【0059】次に、第1実施形態における記録原理についてまず、図3及び図4を参照して説明する。ここに図3(a)は、比較例におけるセルピッチp'及び明暗パターンの最短ピッチPとを示す空間変調器15'の図式的平面図であり、図3(b)は、比較例の空間光変調器15'における最短ピッチPと1次光L3-1の出射角度θとの関係を示す空間光変調器15'の図式的な部分断面図であり、図3(c)は、比較例におけるホログラム記録媒体200'上の0次光L3-0及び1次光L3-1と、ホログラム記録媒体200'として必要なサイズとの関係を示したホログラム記録媒体200'の図式的平面図である。他方、図4(a)は、第1実施形態におけるセルブロック151内で複数の変調単位153が重ねて規定される様子を示すと共に第1実施形態におけるセルピッチp'及び明暗パターンの最短ピッチPとを示す空間変調器15の図式的平面図であり、図4(b)は、第1実施形態の空間光変調器15における最短ピッチPと1次光L3-1の出射角度θとの関係を示す空間光変調器15の図式的な部分断面図であり、図4(c)は、第1実施形態におけるホログラム記録媒体200上の0次光L3-0及び1次光L3-1と、ホログラム記録媒体200として必要なサイズとの関係を示したホログラム記録媒体200の図式的平面図である。

【0060】図3(a)に示すように、比較例の空間光変調器15'では、セル152毎に記録すべき記録情報に応じた変調を行う。即ち、物理的に変調可能な最小単

位たるセル152'をそのまま変調単位として変調を行う。図3(b)に示すように、このように構成された空間光変調器15'では、回折の程度を規定する明暗パターンの最短ピッチPは、比較的小さいため、回折された1次光L3-1の出射角度(回折角度) θ は、比較的大きい。このため、図3(c)に示すように、空間光変調器15'からの信号光L3を構成する0次光L3-0及び1次光L3-1とをホログラム記録用に使用するためには、ホログラム記録媒体200'自体のサイズを大きくする必要が生じる。

【0061】より具体的には、信号光L1の波長を λ として、出射角度 θ については、 $\sin \theta = \lambda / P$ により規定されるので、この明暗パターンの最短ピッチPが小さいほど大きくなる。そして、これに対応して、図3に示した0次光L3-0と1次光L3-1との距離dは、焦点距離をfとして、 $d = f \cdot \tan \theta$ により規定されるので、出射角度 θ が大きいくほど長くなる。従って、比較例では、明暗パターンの最短ピッチPが小さいので、距離dが長くなってしまふのである。例えば、距離dは、1mm程度となる。

【0062】尚、この比較例では、1次光L3-1としては、空間光変調器15'で生じる4つの1次光L3-1のうち一つのみを使用するものとしている。

【0063】これに対して、図4(a)に示すように、第1実施形態の空間光変調器15では、セル152毎に記録すべき記録情報に応じた変調を行わない。代わりに、複数のセル152からなるセルブロック151内に規定される、セルブロック151よりも一回り小さい複数のセル152のまとまりを変調単位として、記録すべき記録情報に応じた変調を行う。図4(a)では、セルブロック151の左上隅に寄せられており実線で示された変調単位153と、セルブロック151の右下隅に寄せられており点線で示された変調単位153との二つの変調単位153とが図示されている。実際には、後述の如く同一セルブロック151内には、更に、右上隅に寄せられた変調単位及び左下隅に寄せられた変調単位も存在する。即ち、物理的に変調可能な最小単位たるセル152をそのまま変調単位として変調を行うのではなく、複数のセルがまとめられた集合を変調単位として変調を行う、しかも同一セルブロック151内で変調単位153を少しずつシフトさせながら変調を行うのである。図4(b)に示すように、このように構成された空間光変調器15では、回折の程度を規定する明暗パターンの最短ピッチPは、比較的大きいため、回折された1次光L3-1の出射角度(回折角度) θ は、比較的小さい。このため、図4(c)に示すように、空間光変調器15からの信号光L3を構成する0次光L3-0及び1次光L3-1とをホログラム記録用に使用するためには、図3に示した比較例のようにホログラム記録媒体200自体のサイズを大きくする必要が生じない。例えば、距離d

は、20~100 μ m程度となる。

【0064】より具体的には、上述の比較例の場合と同様に $\sin \theta = \lambda / P$ により規定される出射角度 θ については、明暗パターンの最短ピッチPがセル152に対するセルブロック151の大きさの比率に応じて大きくなる分だけ、小さくなる。そして、これに対応して、上述の比較例の場合と同様に $d = f \cdot \tan \theta$ により規定される0次光L3-0と1次光L3-1との距離dについては、出射角度 θ が小さくなる分だけ短くなる。従って、本実施形態では、比較例と比較して、変調単位が大きいくので距離dを短くできる。

【0065】尚、第1実施形態では、1次光L3-1としては、空間光変調器15で生じる4つの1次光L3-1のうち一つのみを使用するものとしている。

【0066】図3及び図4に示したように、第1実施形態によれば、比較例と比較して小さい記録領域にホログラム記録を行うことが可能である。更に、以下に説明するように、小さい記録領域であっても、記録可能な情報量については比較例と同程度とすることが可能である。

【0067】図5から図9を参照して、このような高密度記録を可能ならしめる第1実施形態における記録原理及び記録動作について更に説明する。ここに、図5は、第1実施形態の空間光変調器15におけるセルブロック151の構成及び一つのセルブロック151に係るセル152の構成を示す図式的平面図である。図6は、同一セルブロック151に対応するホログラム記録媒体200上の同一記録領域に対する1回目の記録時の変調単位153を示す図式的平面図である。図7は、同一セルブロック151に対応するホログラム記録媒体200上の同一記録領域に対する2回目の記録時の変調単位153を示す図式的平面図である。図8は、同一セルブロック151に対応するホログラム記録媒体200上の同一記録領域に対する3回目の記録時の変調単位153を示す図式的平面図である。図9は、同一セルブロック151に対応するホログラム記録媒体200上の同一記録領域に対する4回目の記録時の変調単位153を示す図式的平面図である。

【0068】図5に示すように、本実施形態では、空間光変調器15は、例えば、縦65個×横65個のセルブロック151を含んでなる。そして、各セルブロック151は、例えば、縦5個×横5個のセル152を含んでなる。

【0069】図6に示すように、各セルブロック151に対応するホログラム記録媒体200上に各記録領域に対する1回目の記録する際には、各セルブロック151内における図中斜線で示した縦4個×横4個のセル152からなると共に各セルブロック151内にて、図中左上隅に寄せられた変調単位153において、変調が行われる。即ち、変調単位153毎に、0又は1の2値データを示す記録情報に応じた変調が行われ、このように変

調された信号光L3と参照光L2との干渉により、ホログラム記録媒体200に対する記録が行われる(図1参照)。

【0070】続いて図7に示すように、2回目の記録する際には、各セルブロック151内における図中斜線で示した縦4個×横4個のセル152からなると共に各セルブロック151内にて、図中右上隅に寄せられた変調単位153において、変調が行われる。即ち、変調単位153毎に、0又は1の2値データを示す記録情報に応じた変調が行われ、このように変調された信号光L3と参照光L2との干渉により、ホログラム記録媒体200における1回目と同一記録領域に対する記録が行われる。

【0071】続いて図8に示すように、3回目の記録する際には、各セルブロック151内における図中斜線で示した縦4個×横4個のセル152からなると共に各セルブロック151内にて、図中左下隅に寄せられた変調単位153において、変調が行われる。即ち、変調単位153毎に、0又は1の2値データを示す記録情報に応じた変調が行われ、このように変調された信号光L3と参照光L2との干渉により、ホログラム記録媒体200における1回目及び2回目と同一記録領域に対する記録が行われる。

【0072】続いて図9に示すように、4回目の記録する際には、各セルブロック151内における図中斜線で示した縦4個×横4個のセル152からなると共に各セルブロック151内にて、図中右下隅に寄せられた変調単位153において、変調が行われる。即ち、変調単位153毎に、0又は1の2値データを示す記録情報に応じた変調が行われ、このように変調された信号光L3と参照光L2との干渉により、ホログラム記録媒体200における1回目から3回目と同一記録領域に対する記録が行われる。

【0073】更に第1実施形態における記録原理及び記録動作について図10及び図11を参照して説明を続ける。ここに、図10は、一つのセルブロックにおける四隅の明暗パターンを示すセルブロックの図式的平面図である。図11は、第1実施形態で記録される可能性のある16種類の明暗パターンを各セルブロックについて示した図である。

【0074】以上図6から図9に示したように1回目～4回目の記録は、同一セルブロック151に対応する記録領域に対して重ねて行われるが、図10に示したように、各セルブロック151の四隅に位置するセル152cに限っては夫々、1回目～4回目の記録が重ねて行われることはない。従って、これらの四隅のセル152cにより記録された情報に着目すれば、1回目～4回目のいずれにより記録された記録情報であっても相互に識別可能であり、記録情報として同時に再生可能となる。

【0075】或いは図11に示したように、同一セルブ

ロック151内の4種類の変調単位153で重ねて記録した場合には、16通りの明暗パターンが記録可能となる。しかるに、これらの明暗パターンは、図示のとおり相互に異なるユニークなものである。このため、これら16通りの明暗パターンを特定すれば、4回重ねて記録された記録情報のどの組合せであるかを特定できる。即ち、いずれの回の記録情報が、いずれの値(“明”又は“暗”、或いは“0”又は“1”)であるかを特定できる。従って、このように同一セルブロック151に対応する記録領域に重ねて記録しても、後述のホログラム再生装置による再生時には、記録情報として同時に再生可能となるのである。

【0076】例えば、図11中の明暗パターンPAT#1の場合には、1回目に記録された記録情報の値は、“1”(暗)であり、2回目～4回目に記録された記録情報の値は、“0”(明)である。図11中の明暗パターンPAT#2の場合には、1回目に記録された記録情報の値は、“0”(明)であり、2回目に記録された記録情報の値は、“1”(暗)であり、3回目及び4回目に記録された記録情報の値は、“0”(明)である。また、図11中の明暗パターンPAT#16の場合には、1回目に記録された記録情報の値は、“1”(暗)であり、2回目に記録された記録情報の値は、“1”(暗)であり、3回目に記録された記録情報の値は、“0”(明)であり、4回目に記録された記録情報の値は、“1”(暗)である。

【0077】このような明暗パターンと各記録情報の値の組合せとを、実験的、経験的、理論的、数学的或いはシミュレーション等により予め特定しておき、例えば対応テーブルを作成してメモリに格納しておけば、後述のホログラム再生装置による再生を一層迅速且つ容易に行える。

【0078】尚、実際にホログラム記録媒体200上に記録される干渉パターンは、フーリエ変換された信号光と参照光とによるものであるもので、再生時に図8の如き光パターンを発生する干渉パターンであり、より複雑なパターンを有する。但し、後述するホログラム再生装置では、空間光変調器15における明暗パターンと同様の明暗パターンを持つ再生光が検出されるので、結局ホログラム記録媒体200上に記録される干渉パターン自体については格別に考慮する必要は無い。

【0079】加えて、図11には、それぞれの明暗パターンにおける暗部の重心位置400が丸で示されている。このように重心位置400は、各パターン間で、概ね異なっている。このため、このような重心位置400によっても、4回の記録情報の値うちの一部については特定可能であり、少なくとも上述した明暗パターンにより記録情報の内容を特定する際に、当該重心位置400の位置情報を冗長的或いは補助的に使用すれば、より確度の高い再生が可能となる。同様に、記録された位置、

輝度等を総合的に判断することで、より確度の高い再生も可能となる。

【0080】次に、図1から図11を参照して、以上の如く構成された本実施形態のホログラム記録装置100の記録動作について説明する。

【0081】その動作時には、レーザ装置11は、光源光L0を照射し、ビームスプリッタ12は、光源光L0を、信号光L1及び参照光L2に分離する。そして、信号光L1は、レンズ13及び14により空間光変調器15のサイズに応じた径とされて、空間光変調器15に入射される。すると、空間光変調器15は、制御装置18による制御下で、記録すべき複数の記録情報の各々に応じて、各セルブロック151内に存在する4個×4個のセル152を変調単位153として（図6から図9参照）、信号光L1に対する変調を行う。その後、この変調された信号光L3は、レンズ16で集光された後、ミラー17で反射された参照光L2と共にホログラム記録媒体200の記録領域に照射される。すると、これらの光は相互に干渉して、記録すべき記録情報が波面としてホログラム記録される。このような記録動作が、同一セルブロック151に対応するホログラム記録媒体200の同一記録領域に対して、4種類の変調単位153での変調された信号光L3により4回重ねて行われる（図6から図9参照）。この際、1回の記録は、縦65個×横65個の全セルブロック151について同時に行われ、全セルブロック151に係る同時記録が、並列に4回行われる。

【0082】この結果、当該同一記録領域に対して、図11に示した明暗パターンのいずれかに対応する記録が行われる。そして、このようなホログラム記録が、全てのセルブロック151について同時に行われるので、4回の同時書き込み動作により、65×65×4ビットの記録情報を記録できる。このように第1実施形態によれば、分散方式のメモリとしての利点が十分に発揮される。

【0083】このような記録動作中に、図4に示したように、1次光或いは高次光の出射角度 θ は相対的に小さく、記録領域における1次光或いは高次光の0次光からの距離dも短いので、相対的に小さい記録領域内に、このようなホログラム記録を行えることになる。従って、レーザ装置11に必要なレーザパワーは小さくて済み、コスト等の観点から実践上非常に有利となる。しかも、このように同一記録領域に複数の記録情報を重ねて記録しても、次に説明するホログラム再生装置により高確度で再生可能である。

【0084】以上の結果、図3に示した比較例と比べて、記録領域を小さくしつつ、記録密度を高めることができる。これらにより、記録容量を大きくでき、装置全体の小型軽量化も可能となる。

【0085】第1実施形態では特に、空間光変調器15

は、制御装置18による制御を受けて、変調単位153の各々で、記録情報の示す2値データに応じて2値変調する。よって、2値データを示す記録情報を、高密度でホログラム記録媒体200に記録できる。但し、本実施形態では、空間光変調器15は、制御装置18による制御を受けて、変調単位153の各々で、記録情報の示す階調データに応じて多値変調することも可能である。これにより、階調データを示す記録情報を、高密度でホログラム記録媒体200に記録できる。

【0086】尚、ホログラム記録媒体の材料としては、公知の無機系の材料でもよいし、有機系の材料（ポリマー材料）でもよい。また、ホログラム記録媒体は、カード状媒体として構成してもよいし、ディスク状媒体として構成してもよい。

【0087】（ホログラム記録装置の第2実施形態）本発明のホログラム記録装置の第2実施形態について図12及び図13を参照して説明する。ここに、図12は、第2実施形態におけるセルブロック及び変調単位を示すと共に、各セルに対応付けられる変調単位の連続番号を矢印付きで示した一つのセルブロックの図式的平面図である。図13は、第2実施形態で記録される可能性のある複数の明暗パターンのうち42種類の明暗パターンを各セルブロックに対して示した図である。

【0088】第2実施形態は、第1実施形態と比べて、空間光変調器15における、セルブロック151内に規定される変調単位153の構成が異なる。他の構成については、第1実施形態と同様である。

【0089】図12に示すように、第2実施形態では、縦5個×横5個のセル152からなるセルブロック151に対して、縦3個及び横3個のセル152からなる変調単位153'が規定されている。この場合、同一セルブロック151内に、9種類の変調単位153'が存在することになる。

【0090】よって図13に示すように、これら9種類の変調単位153'の組合せにより、同一セルブロック151に対応する同一記録領域に対して9回の記録が重ねて行われることによって、42通りの明暗パターンを含む複数の明暗パターンのうちのいずれかのホログラム記録が行われる。

【0091】これらの明暗パターンについても、9回の記録に係る記録情報の組合せについてユニークであるので、後述のホログラム再生装置によりこれらの明暗パターンを特定すれば、全ての記録情報の内容を特定できる。即ち、ホログラム記録された全記録情報の再生が可能となる。

【0092】また図12では、各セル152に対応する変調単位1513を、矢印付きの連続番号で示している。ここに変調単位151の連続番号たる#1、#2、#3、…は、一行ごとに左から右へ且つ上行から下行に向かう変調単位153の並びに対して付与した連続番号

である。そして、例えば、左上隅のセル152の明暗により、#1番目の変調単位153で記録された記録情報の値を特定可能であり、右上隅のセル152の明暗により、3番目の変調単位153で記録された記録情報の値を特定可能であり、左下隅のセル152の明暗により、7番目の変調単位153で記録された記録情報の値を特定可能であり、右下隅のセル152の明暗により、9番目の変調単位153で記録された記録情報の値を特定可能である。更に、四隅に隣接した部分を追加することで、#2、#4、#6及び#8番目の変調単位153で記録された記録情報を特定できる。更にセルブロック151の中心に位置するセル151を加えると、#5番目の変調単位153で記録された記録情報を特定できる。また、図12中には、各セルに係る変調単位153'の総個数が、各セルに対応する位置に折れ線600で示されている。

【0093】このように、一つのセルブロック151において、9種類の変調単位153'を用いて9回の変調を重ねて行うことによりこのセルブロック151に対応する、ホログラム記録媒体200上の記録領域に、9ビットの記録が可能とされる。

【0094】加えて、明暗パターンの特が相対的に困難であり、確度の高い再生を困難ならしめるような変調単位153を使用しないで記録してもよい。例えば、#5番目の変調単位153（即ち、セルブロック151の中央の変調単位）での記録を行わないと決めておけば、セルブロック151の中心付近の縦3個×横3個のセル部分で、（1）#1番目、2番目及び#4番目の変調単位153による記録、（2）#1番目、#2番目、#3番目、#4番目及び#6目の変調単位153による記録、（3）#2番目、#3番目及び#6番目の変調単位153による記録、（4）#1番目、#2番目、#4番目、#7番目及び#8番目の変調単位153による記録、（5）#1番目、#2番目、#4番目、#6番目、#7番目、#8番目、及び#9番目の変調単位153による記録、…という9通りの明暗パターンが得られ、確度の高い再生が可能となる。

【0095】以上図11及び図12に示したように1回目～9回目の記録は、同一セルブロック151に対応する同一記録領域に対して重ねて行われ、42通りの明暗パターンを含む複数の明暗パターンのうちいずれかの明暗パターンが記録されることになる。このため、複数の明暗パターンのいずれに該当するかを再生時に特定すれば、9回重ねて記録された記録情報のどの組合せであり、どの記録情報がいずれの値（“明”又は“暗”、或いは“0”又は“1”）であるかを特定できる。従って、このように同一セルブロックに対応する同一記録領域に重ねて記録しても、後述のホログラム再生装置による再生時には、記録情報として同時に再生可能となるのである。

【0096】或いは、前述した5回目の記録を行わない場合、1回目～4回目及び6回目～9回目の記録は、同一セルブロック151に対応する同一記録領域に対して重ねて行われ、9通りの明暗パターンのうちいずれかの明暗パターンが記録されることになる。このため、9通りの明暗パターンのいずれに該当するかを再生時に特定すれば、8回重ねて記録された記録情報のどの組合せであり、どの記録情報がいずれの値（“明”又は“暗”、或いは“0”又は“1”）であるかを特定できる。

【0097】尚、第2実施形態におけるこのような同一セルブロック151に対応する同一記録領域への記録は、第1実施形態の場合と同様に好ましくは、全セルブロック151について同時に行われ、全セルブロック151に係る同時記録が並列に9回行われる。

【0098】（ホログラム記録装置の第3実施形態）本発明のホログラム記録装置の第3実施形態について図14及び図15を参照して説明する。ここに、図14は、第3実施形態における空間光変調器15のセルブロック151に対応するホログラム記録媒体200上の同一記録領域に対する1回目の記録時の変調単位153'を示す図式的平面図であり、図15は、第3実施形態における5回目の記録時の変調単位153'を示す図式的平面図である。

【0099】第3実施形態は、第1実施形態と比べて、空間光変調器15における、セルブロック151内に規定される変調単位153'の構成が異なる。他の構成については、第1実施形態と同様である。

【0100】図14及び図15に示すように、第3実施形態では、縦5個×横5個のセル152からなるセルブロック151に対して、一個のセル152からなる変調単位153'が規定されている。この場合、同一セルブロック151内に、25種類の変調単位153'が存在することになる。

【0101】このように変調単位153'が個々のセル152からなっても、同一セルブロック151内の変調単位153'による記録を当該同一セルブロックに対応する同一記録領域に対して25回重ねて行うので、記録密度を高めつつ、適切に再生することも可能となる。

【0102】尚、第3実施形態におけるこのような同一セルブロック151に対応する同一記録領域への記録は、第1実施形態の場合と同様に好ましくは、全セルブロック151について同時に行われ、全セルブロック151に係る同時記録が並列に25回行われる。

【0103】（ホログラム記録装置の変形形態）尚、上述の各実施形態に対して、ホログラム記録媒体200に入射する信号光L1の入射角度を変えて多重記録を行う角度多重方式を組み合わせてもよい。この場合、例えば、レーザ装置11或いはレンズ13、14、16等の光学要素の角度を変更することで又は角度変更用の光学要素を追加したり、ホログラム記録媒体200側の角度

を変更する機械要素を追加して、入射角度を変更して、入射角度別に同一記録領域に対して重ねて上記同様のホログラム記録を行えばよい。

【0104】このような角度多重方式に代えて或いは加えて、参照光 L 2 の位相を変えて多重記録を行う参照光位相多重方式を組み合わせてもよい。この場合、例えば、位相偏光用の光学要素を参照光 L 2 の光路に配置して、参照光 L 2 の位相を変更して、この位相別に同一記録領域に対して重ねて上記同様のホログラム記録を行えばよい。

【0105】更にこれら多重方式に代えて或いは加えて、参照光 L 2 の振幅を変えて多重記録を行う参照光振幅多重方式を組み合わせてもよい。この場合、例えば、振幅変更用の光学要素を参照光 L 2 の光路に配置して、参照光 L 2 の振幅を変更して、この振幅別に、同一記録領域に対して重ねて上記同様のホログラム記録を行えばよい。

【0106】更にこれら多重方式に代えて或いは加えて、参照光 L 2 の偏光状態を変えて多重記録を行う参照光偏光多重方式を組み合わせてもよい。この場合、例えば、偏光状態変更用の光学要素を参照光 L 2 の光路に配置して、参照光 L 2 の変更状態を変更して、この変更状態別に同一記録領域に対して重ねて上記同様のホログラム記録を行えばよい。

【0107】更にこれら多重方式に代えて或いは加えて、信号光 L 3 の焦点深度を変えて多重記録を行う焦点深度多重方式を組み合わせてもよい。この場合、例えば、レーザ装置 11 或いはレンズ 13、14、16 等の光学要素の位置を変更することで又は焦点距離変更用の光学要素を追加したり、ホログラム記録媒体 200 側の位置を変更する機械要素を追加して、焦点深度を変更して、焦点深度別に同一記録領域に対して重ねて上記同様のホログラム記録を行えばよい。

【0108】これらの変形形態によれば、上述した各実施形態と比べて、より高密度のホログラム記録が可能となる。

【0109】(ホログラム再生装置の実施形態) 本発明のホログラム再生装置の実施形態について図 16 を参照して説明する。ここに、図 16 は、本実施形態に係るホログラム再生装置の全体構成を示すブロック図である。

【0110】本実施形態に係るホログラム再生装置 300 は、上述した実施形態のホログラム記録装置 100 により記録されたホログラム記録媒体 200 から記録情報を読み出すものである。

【0111】図 16 に示すように、ホログラム再生装置 300 は、再生照明光 L 10 をホログラム記録媒体 200 に照射する、例えば半導体レーザ等の再生用光源の一例たるレーザ装置 21 と、再生照明光 L 10 をホログラム記録媒体 200 に導くミラー 22 及び 23 と、ホログラム記録媒体 200 からの、再生照明光に基づく再生光

を集光するレンズ 24 と、該レンズ 24 を介して再生光 L 11 を受光する受光装置 25 と、該受光された再生光 L 11 に基づいて、ホログラム記録媒体 200 に重ねて記録された複数の記録情報を夫々読み取る読取装置 26 とを備える。

【0112】受光装置 25 は、例えばフォトダイオードアレイ、CCD (Charge Coupled Device) 等を含んでなる。

【0113】読取装置 26 は、好ましくは、例えば図 10 から図 13 に示した明暗パターンと変調単位 153 (或いは 153'、153") 及び該変調単位により変調された各記録情報の値との関係をテーブルとしてメモリ内に格納しておく。そして、受光された再生光 L 11 の明暗パターンを特定し、テーブルを参照して、特定された明暗パターンに対応する記録情報を特定することで、各記録情報を読み取る。従って、複数回重ねて記録された複数の記録情報を同時に読み取れることになる。

【0114】次に、本実施形態のホログラム再生装置 300 の動作について説明する。

【0115】図 16 において、その動作時には、レーザ装置 21 は、ミラー 22 及び 23 を経て、再生照明光 L 10 をホログラム 200 に照射する。すると、受光装置 25 は、ホログラム記録媒体 200 における、再生照明光 L 10 に基づく再生光 L 11 を受光する。ここに再生光 L 11 は、記録時における参照光に対応する再生照明光 L 10 がホログラム記録媒体 200 に照射された際に生じる、0 次光或いは 1 次光等の高次光などである。ホログラム記録の性質により、このような再生光 L 11 は、図 1 に示した変調された信号光 L 3 と同様の明暗パターンを奏する。

【0116】続いて、この受光装置 25 により受光された再生光 L 11 に基づいて、読取装置 26 は、前述のテーブルを参照すること等によって、同一記録領域に重ねて記録された変調単位 153 (或いは 153'、153") を夫々特定すると共に、該変調単位別に記録された記録情報の内容 (即ち、2 値データの値或いは階調データの値) を特定する。これらにより、上述の如く高密度記録されたホログラム記録媒体 200 に記録された各記録情報の再生が行われる。

【0117】このような同一記録領域に対する各記録情報の再生は、好ましくはホログラム記録媒体 200 上における全記録領域について同時に行われる。これにより、分散方式のメモリとしてのホログラム記録媒体 200 の利点が効果的に生かされる。

【0118】尚、本実施形態のホログラム再生装置 300 では、読取装置 26 は、再生光 L 11 における暗部又は明部の重心位置を検出したり若しくは総光量を検出し、これに基づいて、記録情報を読み取ってもよい。このようにすれば、図 11 等を参照して説明した本発明の記録原理に従って、再生パターンのみによる情報再生と

比べて、再生の確度を効果的に高められる。或いは、読取装置 26 は、セルブロック内の例えば 4 隅等の所定領域からの光部分を検出し、これに基づいて記録情報を読み取ってもよい。このようにすれば、図 10 等を参照して説明した本発明の記録原理に従って、再生の確度を効果的に高められる。

【0119】更に、読取装置 26 は、再生光 L11 の強度分布を検出し、これに基づいて、記録情報を読み取ってもよい。このようにすれば、図 12 等を参照して説明した本発明の記録原理に従って、再生の確度を効果的に高められる。或いは、階調データを記録し再生することも可能となる。

【0120】本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴うホログラム記録装置及びホログラム再生装置もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

【0121】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明のホログラム記録装置及びホログラム再生装置によれば、記録密度及び記録容量を向上させることが可能であり、小型化も可能である。また特に、光源における低電力化を図ることができ、更に装置構成や装置制御の簡略化を図れる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のホログラム記録装置の第 1 実施形態の全体構成を示すブロック図である。

【図 2】第 1 実施形態が備えた空間変調器の図式的な外観斜視図である。

【図 3】比較例における空間変調器の図式的平面図（図 3（a））、その図式的な部分断面図（図 3（b））及び、比較例におけるホログラム記録媒体上の回折光と、ホログラム記録媒体として必要なサイズとの関係を示した図式的平面図（図 3（c））である。

【図 4】第 1 実施形態における空間変調器の図式的平面図（図 4（a））、その図式的な部分断面図（図 4（b））及び、第 1 実施形態におけるホログラム記録媒体上の回折光と、ホログラム記録媒体として必要なサイズとの関係を示した図式的平面図（図 4（c））である。

【図 5】第 1 実施形態における空間光変調器におけるセルブロックの構成及び一つのセルブロックに係るセルの構成を示す図式的平面図である。

【図 6】第 1 実施形態における同一セルブロックに対応するホログラム記録媒体上の同一記録領域に対する 1 回目の記録時の変調単位を示す図式的平面図である。

【図 7】第 1 実施形態における同一セルブロックに対応

するホログラム記録媒体上の同一記録領域に対する 2 回目の記録時の変調単位を示す図式的平面図である。

【図 8】第 1 実施形態における同一セルブロックに対応するホログラム記録媒体上の同一記録領域に対する 3 回目の記録時の変調単位を示す図式的平面図である。

【図 9】第 1 実施形態における同一セルブロックに対応するホログラム記録媒体上の同一記録領域に対する 4 回目の記録時の変調単位を示す図式的平面図である。

【図 10】第 1 実施形態における、一つのセルブロックにおける四隅の明暗パターンを示すセルブロックの図式的平面図である。

【図 11】第 1 実施形態で記録される可能性の有る 16 種類の明暗パターンを各セルブロックに対して示した図である。

【図 12】第 2 実施形態におけるセルブロック及び変調単位を示すと共に、各セルに対応付けられる変調単位の連続番号を矢印付きで示した一つのセルブロックの図式的平面図である。

【図 13】第 2 実施形態で記録される可能性の有る複数の明暗パターンのうち 4 種類の明暗パターンを各セルブロックに対して示した図である。

【図 14】第 3 実施形態における空間光変調器のセルブロックに対応するホログラム記録媒体上の同一記録領域に対する 1 回目の記録時の変調単位を示す図式的平面図である。

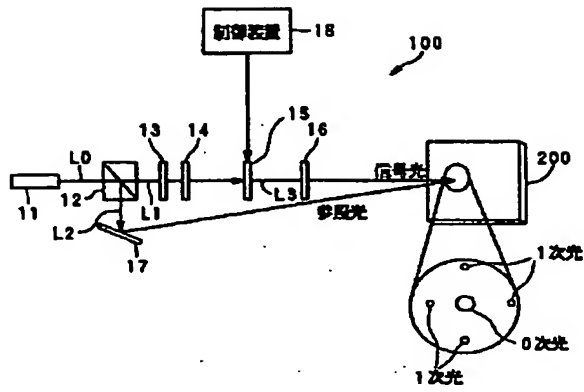
【図 15】第 3 実施形態における 5 回目の記録時の変調単位を示す図式的平面図である。

【図 16】本発明のホログラム再生装置の実施形態の全体構成を示すブロック図である。

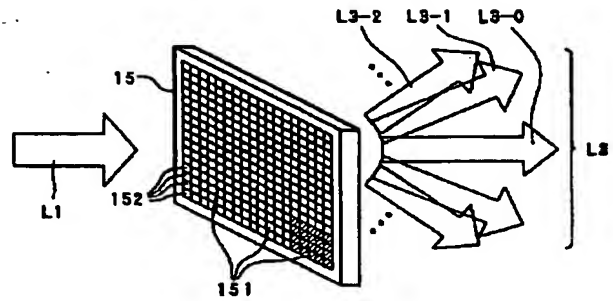
【符号の説明】

- 11…レーザ装置
- 12…ビームスプリッタ
- 13、14、16…レンズ
- 15…空間光変調器
- 17…ミラー
- 18…制御装置
- 21…レーザ装置
- 22、23…ミラー
- 24…レンズ
- 25…受光装置
- 26…読取措置
- 100…ホログラム記録装置
- 151…セルブロック
- 152…セル
- 153、153'、153''…変調単位
- 200…ホログラム記録媒体
- 300…ホログラム再生装置

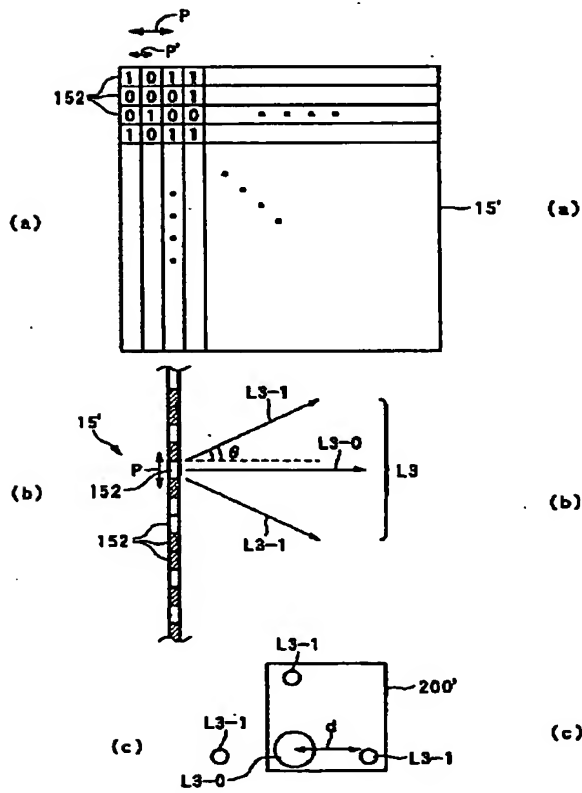
【図1】



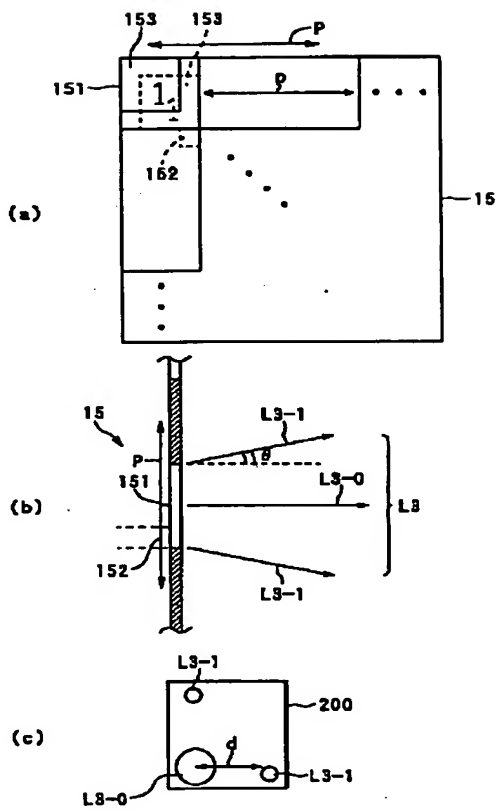
【図2】



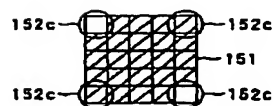
【図3】



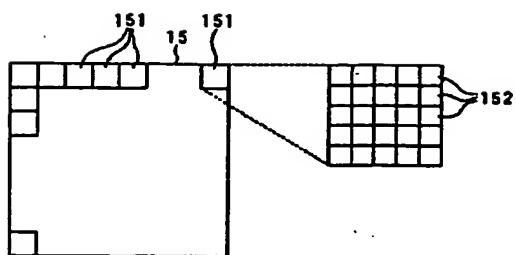
【図4】



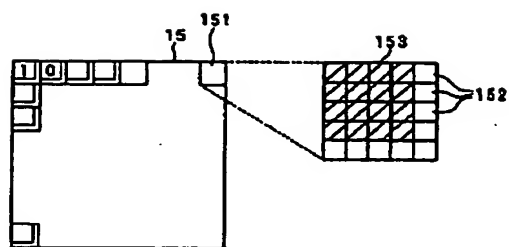
【図10】



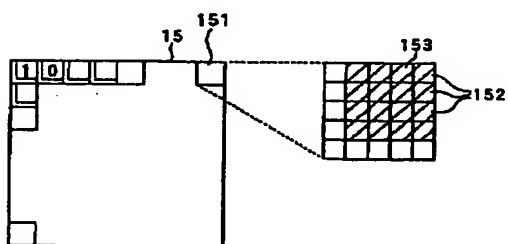
【図5】



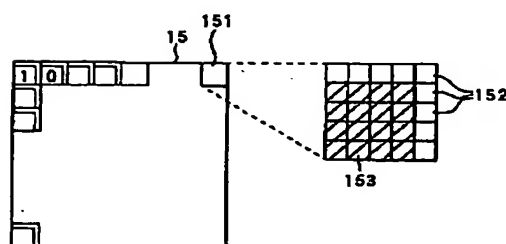
【図6】



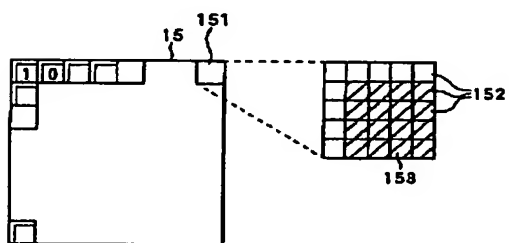
【図7】



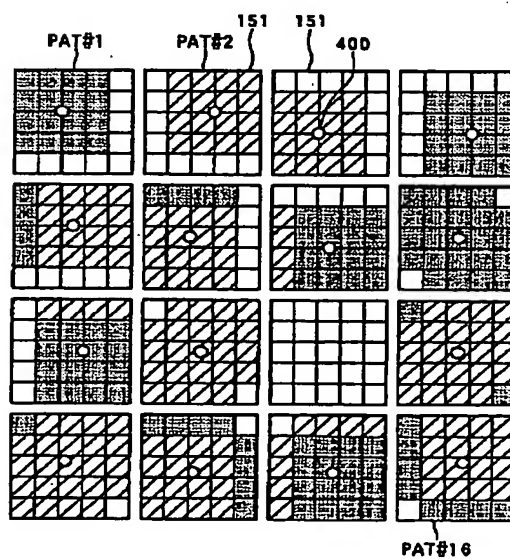
【図8】



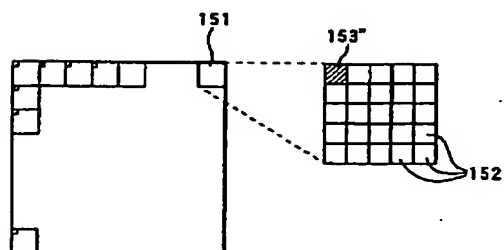
【図9】



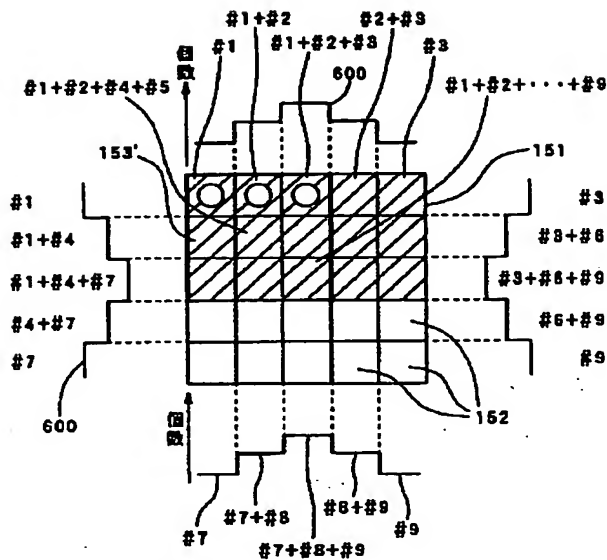
【図11】



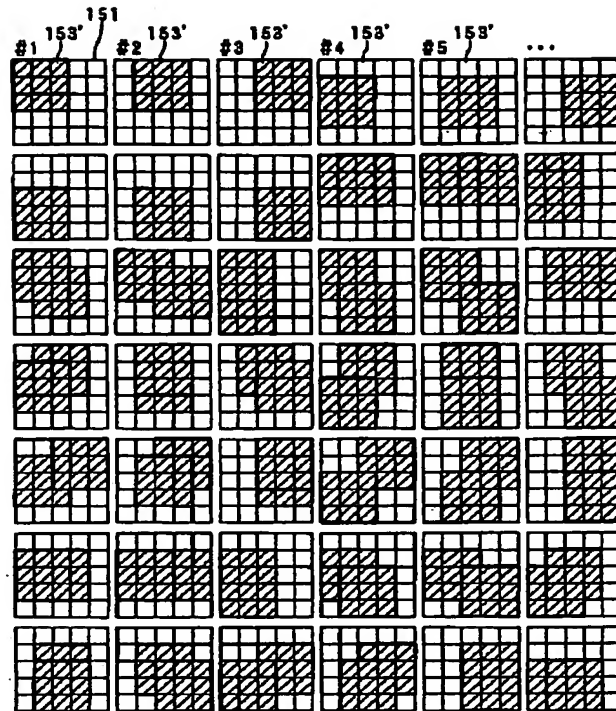
【図14】



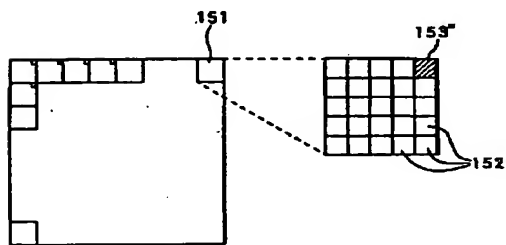
【例 12】



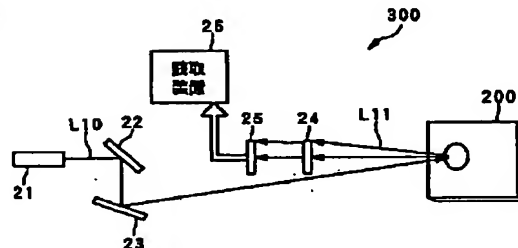
【例 13】



【图 15】



【例 16】



フロントページの続き

(72)発明者 ▲やなぎ▼沢 秀一

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 田中 覚

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 伊藤 善尚

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 橘 昭弘

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 窪田 義久

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社総合研究所内

Fターム(参考) 2H079 AA02 CA02 DA08

2H088 EA44 EA48 EA62

2K008 AA04 CC03 EE04 FF07 HH26

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.